MEMORIA

SULLE STRADE, E SU I PONTI MILITARI

PER USO

DEGLI UFFIZIALI NAPOLETANI.

D' UN MILITARE

EX-INGEGNERE DI PONTI, E STRADE.

NAPOLI.

DALLA REALE TIPOGRAFIA DELLA GUERRA.

1819

A. S. E.

IL CAPITAN GENERALE

PRINCIPE DE NUGENT

COMANDANTE IN CAPO L' ARMATA.

Eccellenza

Negli ultimi esami per ascendere come uffiziali ne' corpi facoltativi, ha ella ordinato che gli Aspiranti fossero interrogati sulle strade militari. In Italia non v' è chi ne tratti, ignoro che ve ne sia in Francia. L' istessa Enciclopedìa, per ordine di materie nel 4.° volume dell' Arte militare, Parte 2.ª Supplemento, ri-

conosce quanto di utile si trovi scritto per le strade ed i ponti pel Commercio, e la mancanza di un trattato su tali oggetti per gli usi della guerra. Su questi dati ho creduto utile unire in un piccolo volume tutto quello, che un uffiziale de' Corpi facoltativi si deve rammentare su questo assunto, e per le vedute militari, e per quelle di arte relative ed al tempo, ed a' materiali di cui può far uso. D' un tal lavoro ad alcun altro che all' E. V. è dovuta la dedica, e per l' idea che ne ha avuta, e per quell' attestato di gratitudine che io le debbo. L' accetti dunque, e sia convinta che il mio rispetto, e la mia riconoscenza finiranno co' miei giorni.

Napoli 2 Ottobre 1819.

Umilis. Divot. Servidore
F. C.

MEMORIA

Sulle Strade, e su i Ponti militari.

1.° Strade militari si dicono particolarmente quelle, che hanno rapporto a' movimenti delle truppe.

Classificazione delle idee.

2.° Esse si possono considerare e in quanto agli oggetti da avere in mira nella di loro traccia, ed in quanto alle particolari avvertenze da osservare nel costruirle, soprattutto allorchè la brevità del tempo non permette di far uso de' metodi, che si praticano per le strade commerciali.

3.° Lungo le strade militari di qualche estensione, essendo difficile d'evitare l' incontro di borroni, e di canali di acqua, si rende indispensabile, per non lasciare incompleta la presente memoria, d' indicare la maniera di attraversare e gli uni e gli altri con costruzione di sollecita esecuzione.

4.° L' ordine seguito nell' esposizione delle sopra indicate idee è quello stesso, che si adotta nello svilupparle, ed in conseguenza si ricorderanno prima le massime teoriche

da tener presente nella traccia delle strade militari, quindi le avvertenze di arte da osservare nel costruirle, e finalmente si additeranno i diversi metodi da seguire per attraversare le solcature che intersegano i terreni, che siano o no empiti di acqua.

PARTE I.

Osservazioni teoriche per la traccia delle strade militari.

Strade sulle frontiere sfornite di ostacoli naturali, ed artificiali.

5.° La marcia degli oggetti militari dai depositi interni di uno Stato su di una parte della frontiera minacciata dal nemico è senza dubbio l' idea, che prima di ogni altra si presenta alla mente, ed i movimenti degli oggetti medesimi lungo la stessa frontiera, per opporsi alle invasioni ostili, formano la seconda discussione.

6.° Se la frontiera è aperta, e quasi sfornita di ostacoli naturali, ed artificiali, come era la Polonia dalla banda della Prussia, e della Russia prima della divisione del 1772, la traccia più convenevole di una strada mi-

litare è quella, che partendo dai depositi interni attraversa le città di maggiore importanza dello Stato, e giunge più sollecitamente ad incontrare il nemico, che si avanza pel paese limitrofo. Tal era la strada militare, che da Roma conduceva a Verona passando per Ostilia, e le maremme che sono sulla sinistra del fiume Pò che tuttavia esistono, e per più miglia era essa costruita sopra piccoli archi di ponte.

7.° Una o più strade trasversali, quasi paralelle alla frontiera, da essa lontane circa una giornata di marcia, e che passando per i luoghi di maggiore importanza uniscono tra loro più strade, che dai depositi conducono a' diversi punti della frontiera istessa, si rendono utilissime, soprattutto se l' aggressore non ne abbia nel paese limitrofo, e più di tutto anche se il terreno intermedio alle strade ch' egli percorre non si possa traversare, e debba retrocedere di più marce per passare da una strada all' altra di quelle, che pervengono alla frontiera dello Stato che vuole invadere; giacchè in questa ipotesi si ha sempre tempo di prevenirlo ne' suoi tentativi, e se gli possono fare diversivi e su i fianchi, e sulle di lui

linee di operazioni, facendo marciare una parte de' difensori per le strade contigue a quelle da esso occupate.

Frontiere coperte da ostacoli naturali.

8.° Se una frontiera è coperta da monti alpestri, come la Boemia, ed altre contrade, o da borroni, laghi, fiumi, torrenti difficili a passare, le strade militari non possono essere dirette che alle gole intermedie. Una o più strade trasversali però al di dentro di detti ostacoli, lasciando questi tra esse e lo stato limitrofo, sono più utili ancora che nell' ipotesi precedente, giacchè la marcia de' convogli lungo la frontiera v'è meno esposta agli attacchi del nemico.

Frontiere coperte da ostacoli artificiali.

9.° Se per mancanza di ostacoli naturali, come in Fiandra, si costruiscono più linee di Piazze, a distanza tra loro di miglia dodici in sedici, *Fig. I.*, le strade che da' depositi militari interni conducono alla frontiera, e quelle che uniscono fra loro le diverse fortezze non debbono essere disposte altrimenti che come la stessa figura lo indica.

I. Perchè in sì fatto modo gli oggetti militari si trasportano sollecitamente, e con maggior sicurezza da per tutto.

II. Perchè costruendo delle Piazze *C*, *C*, lungo le strade che vengono dall' interno a

distanza di miglia dodici in sedici dalle piazze *B*, *B*, *B*, il nemico non le può trascurare, e con poche di esse si ha lo stesso risultato che se ve ne fosse una terza linea completa.

III. Se il nemico avvicina siffatta porzione di frontiera, le guarnigioni accampando sullo spalto delle rispettive piazze, e mandando forti distaccamenti lungo le strade intermedie ad esse piazze s' impediscono le scorrerie delle partite nemiche; e se il nemico è a due, o tre giornate di marcia lontano da siffatta porzione di frontiera, una parte delle guarnigioni di esse piazze unite in Corpo di Armata, e fiancheggiando la linea di esse che lo separa dall' aggressore può molestarlo su i fianchi e sulle di lui linee di operazione; cioè su quelle per le quali gli pervengono i rimpiazzi degli oggetti che giornalmente consuma. Le piazze così disposte si dicono dotate di forza attiva, perchè le guarnigioni di esse possono attivamente agire sul nemico, come al contrario si dicono piazze passive le altre, che essendo costruite nelle gole degli ostacoli naturali della frontiera, le di loro guarnigioni

non hanno altro scopo, che d' impedire che il nemico se ne renda padrone.

10.° Se uno Stato ha importanti possessioni al di là degli ostacoli naturali, com'è l' Alsazia al di là della catena delle montagne, dette Vosges, questi ostacoli debbono figurare come una seconda linea di piazze dietro quella ch' è lungo la frontiera. In questa ipotesi le strade provenienti dai depositi interni debbono essere dirette alle gole degli ostacoli naturali, e di là a' diversi punti che conviene difendere. Il terreno in avanti di Dunquerke, e Berg è coperto di maremme che non erano però impenetrabili, ma tali furono rese dal maresciallo di Vauban, fortificando le indicate due città, riunendole con un trinceramento non interrotto, e facendo passare dietro di esso, una strada trasversale.

11.° Moltissime altre supposizioni si potrebbero fare per la traccia delle strade militari, come d' una porzione di frontiera sporgente in fuori, altra rientrante, ma l' esposizione della considerevole varietà di questi casi si renderebbe nojosa e superflua all'uomo di genio, ed inutile sempre all' uomo volgare.

Strade per la difesa delle coste.

12.° Tutto l' esposto è relativo alle strade militari sulle frontiere mediterranee; vi sono però delle considerazioni a fare per quelle sulle coste che sono anch' esse una frontiera. Le piazze costruite lungo il mare o debbono impedire all' aggressore l' occupazione di un posto, che in tutt' i tempi si deve difendere, come sono gli estesi ancoraggi ov' è facile uno sbarco ostile, o debbono difendere stabilimenti, che interessano l'opulenza, o la sicurezza dello Stato, e tali sono in generale i gran porti mercantili, i cantieri, i luoghi di manifatture, ed i depositi degli oggetti militari. In tutti questi casi le strade militari da' depositi interni debbono direttamente pervenire in questi punti, ed in quanto alle strade trasversali è quasi sempre utile di allontanarle qualche miglio dal mare, giacchè spessissimo sono più brevi, evitando le sinuosità, e v'è poi da riflettere che nelle coste basse gli sbocchi delle acque fluviali, o sono troppo larghi, o producono ristagni, e nelle coste alte in dove il mare è sempre profondo, se la strada si traccia a mezza costa, ch' è l' espediente che d' ordinario si presceglie per evitare le lunghe salite, e le successi-

ve discese, i legni nemici non è raro che molestino la marcia de' convogli. La strada lungo la costa delle Alpi marittime è soggetta a questo inconveniente, e lo sono benanche le rampe dell' Angitola, per andare a Monteleone.

Strada in una Vallata.

13.° Finora si è considerata la traccia delle strade militari sotto il rapporto della difesa, v' è però da considerarle benanche per rapporto alle disposizioni del terreno ove si costruiscono, ed in primo luogo se debbono attraversare una vallata è importante di sapere se la strada debba essere provvisoria, o di lunga durata. Nel primo caso è tollerabile, per la brevità della costruzione, di tracciarla verso del mezzo della vallata, se soprattutto debba servire nelle secche stagioni, altrimenti si deve tracciare sulle falde di una delle due linee di monti, che limitano la vallata stessa.

I. Perchè d'ordinario nel mezzo della vallata vi fluiscono acque sorgive, che assai spesso scorrono a fior di terra, ed esse inonderebbero la strada.

II. Perchè è ben raro che il suolo non vi sia molle, e mancante di brecciaro.

III. Perchè gl' influenti che discendono

dalle montagne laterali, nel riunirsi al rivolo principale, che corre nel mezzo della vallata, formano sbocchi assai larghi, ed obbligano a costruirvi lunghi ponti sebbene poco alti. Se si tralasciano, perchè gl' influenti sono guadabili, si cagionano gravi malattie, soprattutto nella stagione estiva, e spesso diventano epidemiche.

Strada à mezzo lato in generale.

14.° Questi inconvenienti generalmente si evitano tracciando le strade sulle falde de'monti, che circoscrivono la vallata: esse però risultano di maggiore lunghezza, non sempre possono essere da pertutto ugualmente larghe, ed assai spesso bisogna attendere che siano ultimati i ponti su gl' influenti per poterle transitare. In questo scontro d'inconvenienti le sole circostanze particolari possono indicare l' espediente da prescegliere.

15.° Se dopo di aver percorso una vallata si deve ascendere un' altura, il miglior partito per tracciare una strada è stato riconosciuto quello di svilupparla sul pendìo di uno stesso monte, o di più monti riuniti con ponti, evitando le giravolte, ma così facendo bisogna avvertire.

I. Che la strada ascendente, al pari del fianco del monte, e che dicesi *a mezzo la-*

to, abbia sulla larghezza una, e non due pendenze, per lo scolo delle acque piovane, le quali debbono fluire lungo un fosso laterale dalla banda del monte, per poi gettarsi ne' borroni che s' incontrano sulle falde dello stesso monte, e quindi per occhi di ponte al disotto della strada attraversarla, e continuare a fluire per gl' indicati borroni, nella parte inferiore della vallata: solo ripiego, onde nel monte non si facciano nuovi solchi, che col produrre frane nelle terre finiscono con far crollare lunghi tratti di strade; guasti che troppo spesso si avverano in molte strade di questo Regno.

II. La pendenza sul profilo su di una siffatta strada deve sempre esser maggiore della pendenza longitudinale della strada medesima, affinchè le acque piovane colino nel fosso laterale dalla parte del monte, e non fluiscano lungo la strada, che rovinerebbero affatto.

III. Tanto che si può è bene che l' intera altezza d'ascendere sia divisa in tratti di diverso declivio, più erti negl' inferiori, che non deve però eccedere mai il sette per cento, e gradatamente più dolci ne' superiori, onde si stenti meno a proporzione che

si è più stanchi. Sia per esempio d' ascendere un' altezza di dugento palmi, è utile di divider questa in cinque tratti di circa palmi quaranta ciascuno, il primo della lunghezza di Canne settantadue, al sette per cento, il secondo di Canne ottantaquattro al sei per cento, il terzo di Canne cento al cinque, il quarto di Canne centoventicinque al quattro, ed il quinto di Canne centosessantasette al tre per cento. Utilissimo si rende anche dove si possa, che tra questi tratti s' interpongano piarerotti della lunghezza di circa Canne quindici in venti, con pochissima, o niuna pendenza, onde l' ascesa sia meno faticosa.

IV. Nello scegliere la fila de' monti che costituiscono la vallata, ove tracciarvi una strada a mezza costa, è da evitar quella in cui i monti, essendo calcarj, sono rivolti a mezzogiorno. Ne' paesi caldi, e sopratutto in questo Regno essi coll' ardore de' raggi solari s' infuocano, l' umido atmosferico li fende, colle gelate dell' inverno i massi s' incominciano a staccare, e le forti piogge li trasportano nel basso, ed ingombrano le strade, e gli occhi di ponte. Questi esempj sono comunissimi, e sono rimarche-

voli tra gli altri siti, nelle vicinanze del comune di Marano. Senza dubbio le strade lungo il pendìo de' monti, rivolte a settentrione sono soggette all'ingombramento de'geli, ma questo inconveniente si preferisce al primo, come per la strada del Monceny. Del resto tanto che si può debbono evitarsi le due indicate esposizioni, e prescegliere i pendii, che sono rivolti a levante, o a ponente. Vi è forse da preferire questi secondi, perchè meno soggetti al calore.

Strade tortuose in terreni ondulati.

16.° Non è raro, soprattutto al basso de'monti, di dover tracciare una strada in terreno con frequenti solchi d'acque sorgive, e fluviali, che ne rendono la superficie piena di ondulazioni. Da trent' anni a questa parte gl' Ingegneri Francesi di ponti e strade, in simili incontri, hanno adottato il sistema, nell' attraversare dette ondulazioni d'incassar la strada nell' alto, ed elevarla nel basso, con terrapieni formati sopra occhi di ponte in fabbrica, bilanciando gli scavi con i riempimenti, e così avere una pendenza uniforme. Questo espediente rende senza dubbio la strada piacevole, e breve. Essa si presta anche moltissimo alla difesa de' piccoli corpi di truppa che fossero assaliti dal

nemico ; ma nella traccia delle strade militari, l' indicato sistema non può esser prescelto, che allorquando non si è angustiato e dal tempo e dalla spesa, altrimenti si è costretto di costruire prima su i diversi borroni ponti di legno, o di fabbrica, ove più convengano, e quindi riunirli con una traccia di strada, che partendo da un ponte ascende l' ondulazione successiva, ov' è più depressa, per poi discenderla per incontrare il secondo ponte, e così successivamente. Nella traccia della strada fatta nel 1807, e 1808 per ascendere da Lauria inferiore al piano del Galdo si sono omesse queste, ed altre avvertenze, e malgrado le considerevoli somme che vi si sono spese, quel tratto di strada è divenuto incomodo, e soggetto a continue frane.

Strade a giravolte in pendio.

17.° Nel tracciare una strada militare per salire un monte si è costretto qualche volta di partire da un determinato punto inferiore, e pervenire ad un punto sull' alto quasi verticalmente al di sopra del primo, come per ascendere a S. Elmo, ove i Vicerè volevano andarvi direttamente da Palazzo, o da Pizzofalcone. Qualche volta si è costretto a ciò fare pel pendio del mon-

te, che si trova ristretto tra due larghi, e profondi borroni, che non conviene attraversare con ponti di fabbrica spesosi, e non sempre tra ripe abbastanza stabili. In questi casi è inevitabile di sviluppare la strada con giravolte. La qui appresso è la miglior maniera di riuscire senza incertezza, e successive comprove.

Per maggiore facilità si supponga, per esempio, che la falda del monte tra i due borroni sia della larghezza di trecento palmi, e che la sua inclinazione lungo la linea di massimo pendìo sia del venti per cento, e si supponga inoltre che gli angoli in *B* delle giravolte *Fig. II.* si vogliano di sessanta gradi. Si divida la linea di massima pendenza, incominciando dal basso in tratti *AC*, della lunghezza ciascuno eguale alla quarta parte della larghezza *MN* del pendìo, cioè di palmi settantacinque, e quindi a' punti *A* si facciano gli angoli *CAB*, nel piano degli oggetti, di gradi sessanta. È chiaro che con tal metodo nel piano stesso gli angoli in *B* delle giravolte risulteranno anche di sessanta gradi, che i tratti di strada $BA = \frac{BB}{2}$, saranno della lunghezza di palmi centocinquanta, e che la

di loro pendenza sarà eguale alla metà di quella della linea di massimo pendìo, ovvero de' tratti AC, cioè che la pendenza di BB sarà del dieci per cento.

18.° La pendenza del dieci per cento essendo troppo erta pel transito de' carri, se si volesse per esempio quella del cinque per cento, bisognerebbe che fosse AB quadrupla di AC, ed in questo caso prendendo il punto B per centro risulta AC tangente dell' angolo ABC, e quarta parte di AB, segante dello stesso angolo. Per trovar questo, senza calcolo, servono moltissimo le tavole di Ulacq de'Seni e Coseni; basta riscontrare in esse quando la tangente di un angolo diviene approssimativamente quarta parte della segante dell' angolo stesso, e si troverà che ciò si avvera nell' angolo di quattordici gradi, e trenta minuti, e l' angolo in B delle giravolte di ventinove gradi. In questa ipotesi i tratti AC non debbono essere che della lunghezza di palmi trentasette e mezzo, acciò la lunghezza di BA sia sempre di palmi centocinquanta, ed il suo doppio BB di trecento (1).

(1) Si farà uso delle caratteristiche 0, 1, 11,

19.° Ora è da sapersi fino a che segno si può diminuire l' angolo in *B*, acciò l' attiraglio de'carri militari non ne soffra. Un gran numero di questi essendo tirati da sei cavalli, se anche nelle giravolte si voglia contar poco lo sforzo de' due primi, bisogna sempre però che il carro resti affidato agli altri quattro, i quali occupano in lunghezza l' estensione di palmi ventidue, ed essi al pari che le ruote de' carri nel salire, soprattutto dopo le piogge, debbono camminare sempre sul Capostrada, e non mai su i passeggiatoj, onde trovar duro, e far forza.

D' altra banda la larghezza di tutta una strada, a mezzo lato non può essere minore di quaranta palmi; cioè diciotto palmi deve avere di larghezza il Capostrada, non meno di sedici ne debbono avere i due passeggiatoj, e sei palmi occupa il fosso, e le

---

per indicare il valore di un angolo in gradi, minuti primi, secondi., *ec. ec.*; siccome si farà uso delle stesse caratteristiche per indicare canne, palmi, once, allorchè si tratta d' estensioni lineari.

Non sembra che possa mai esservi equivoco di quando si tratta d' apertura d' angolo, e di quando si tratta d' estensione in linea retta.

di lui scarpe, ed acciò i cavalli, e le ruote del carro poggino sempre sul Capostrada, il timone e l' asse longitudinale del carro debbono percorrere una retta, e nelle giravolte una curva, a distanza mai minore di ventidue palmi da' vertici degli angoli di esse.

20.° Nel paragrafo precedente si è veduto che l' angolo in *B* delle giravolte, nella ipotesi adottata è di ventinove gradi. Quindi dal punto *B* abbassando una perpendicolare sulla retta *DQ* (*Fig. III*) paralella ad *AB*, e prolungando l' altro lato *AB*, si ha l' angolo *RBQ* di gradi sessantuno, e gli angoli *BQR* di circa gradi cinquantanove, e per conseguenza l' angolo *DQR* di gradi circa centoquarantanove, sufficientissimo per far girare i carri militari, senza tema che rovescino. Ma è da assicurarsi anche se la corda *QR* è abbastanza lunga per starvi in dritta linea le due coppie di cavalli dalla parte del carro, mentre che il davanti di questo è pervenuto al punto *Q*: e si trova di fatti che se il profilo della strada è secondo si è accennato, e che l' angolo *RBQ* non è minore di sessantuno gradi, la corda *QR*, anche nel

caso che le due BQ, e BR non siano che di ventidue palmi ciascuna, è della lunghezza di palmi ventidue e tre decimi sufficiente al bisogno.

Limite delle pendenze per le strade a giravolte.

21.° La pendenza longitudinale di una strada a mezzo lato, o a giravolte potendo essere tutto al più del sette per cento, ed essere nel tempo stesso la quarta parte di quella che ha il pendìo del monte, l' è chiaro che questo non debba eccedere il ventotto per cento; e siccome questo limite, e quello delle giravolte si debbono considerare come gli ultimi, ai quali è bene di non pervenir mai, così per regola generale può stabilirsi ch' è tracciabile sul pendìo di un monte una strada militare a giravolte, con svolte e pendenze non eccedenti per i carri, allorchè l' altezza di esso non ecceda la quarta parte che occupa la scarpa della di lui falda.

22.° Se l' indicato declivio fosse maggiore del venticinque al ventotto per cento, la strada a giravolte si deve considerare come impossibile a tracciarsi, eccetto il caso che la falda del monte offrisse delle gibbosità, su di cui possano adattarsi i pianerotti delle giravolte, giacchè in questo caso essi

pianerotti potendo farsi della larghezza molto maggiore di 40 pal., i raggi della curva su cui girano i carri possono essere maggiori di 22 pal., e l'angolo della giravolta può essere minore.

25.° Le acque che colar debbono nel fosso, che lungo sì fatte strade è sempre dalla parte del monte, non debbono mai attraversar la strada per passare da una rampa all' altra, perchè le rovinerebbero affatto, ma quelle di ciascuna rampa col prolungamento del fosso di scolo debbono fluire nel contiguo borrone.

PARTE II.

Particolari avvertenze da osservare nella costruzione delle strade.

Profilo delle antiche strade Romane.

24.° È certamente bene importante l'avvertenza di dare alle strade una larghezza, ed una solidità maggiore a proporzione ch' è maggiore il transito de' carri, che debbono sopportare. I Romani fino alla distanza di centocinquanta miglia dalla capitale le costruivano di circa 72 pal. di larghezza. I 24 pal. di mezzo erano di un masso di fabbrica di circa 5 pal. d' altezza, coperto assai spesso di larghe pietre per comodo de' pedoni. Ciascuno de' passeggiatoj d' ambi i lati avevano anche la larghezza di altri 24 pal., ed erano coperti di ciottoli e brecciaro pel transito de' carri, l' intera strada poi era elevata nel mezzo con un pendìo da ambi i lati, onde le acque piovane scolassero ne' fossi contigui.

25.° Ora le strade, per giusta economìa, si costruiscono e meno larghe e meno soli-

de, e non torna affatto conto neppure di riparare le antiche Romane, ove se ne incontrassero, tanto più che assai spesso pel rialzamento del terreno si trovano al disotto dell' attuale superficie delle campagne.

Profili delle moderne strade Napoletane.

26.° Per le strade in pianura destinate al Commercio, la Direzione generale de' ponti e strade di questo Regno, ha adottato quattro larghezze da prescegliere, secondo la diversa importanza di esse, e nel modo che l' indica la tavola qui appresso.

Classi	Ciascun passeggiatojo	Capostrada	Larghezza totale
	pal.	pal.	pal.
I.	20 » 00	24 » 00	64 » 00
II.	12 » 00	20 » 00	44 » 00
III.	10 » 00	18 » 00	38 » 00
IV.	8 » 00	14 » 00	30 » 00

27.° Per le strade militari tante distinzioni sono forse inutili, e sembrano sufficienti le larghezze de' N.ri III., e IV del-

la tavola ; il N.° III per le strade che dai depositi interni conducono alla frontiera, non meno che per la strada trasversale, che più alla frontiera si avvicina ; ed il N.° IV per le comunicazioni da una fortezza all' altra (*Fig. I*).

28.° Il profilo della strada in pianura suol essere come nella (*Fig. IV*) , con due fossi laterali larghi, e profondi, secondo l' abbondanza delle acque , che vi debbono fluire. Le terre che vi si cavano si gettano tutte, o in parte nel mezzo della traccia della strada per rialzarla un pajo di palmi. Se detto alzamento però può ottenersi prendendo la terra a discreta distanza, senza cavare siffatti fossi, è da preferire il profilo , secondo la (*Fig. V*).

29.° Questo metodo è di rigore per le strade che sono d' intorno, e nelle vicinanze delle fortezze , giacchè se si rialzassero di due palmi nel mezzo , e vi si cavassero de' fossi laterali , si faciliterebbero moltissimo gli attacchi nemici , e se le strade si lasciassero come semplici sentieri , il passaggio de' carri da prima polverizzerebbe la terra , che quindi il minimo vento la dissiperebbe , e così continuando ne risulterebbe

alla perfine una strada infossata molto più nociva della precedente. Questo inconveniente per poca riflessione si osserva in molte fortezze, e particolarmente in Capua.

30.° Qualunque sia il profilo trasversale, che si adotta nel costruire una strada in pianura, il Capostrada dev' essere convesso nell' esterno, e come suol dirsi a *schiena di asino*, dando al rigoglio della convessità l'altezza di circa un trentaseesimo della larghezza di tutta la strada. Il suolo su cui si fa poggiare detto capostrada, distinto colla denominazione di letto, è utilissimo che abbia anch' esso la stessa configurazione convessa. Su di esso si forma l' ossatura, ch' è uno strato di grosse pietre irregolari dell' altezza non minore di 9 once, gettate a mano, ed aggiustate alla meglio. Quindi s'è possibile vi si adatta un secondo strato dell' altezza di 5 once in 6 di ciottoli o pietre più piccole delle precedenti, e finalmente il tutto si ricopre con brecciaro, ossiano schegge di pietre, o sassolini i più duri ch' è possibile per l' altezza di 3 once, in maniera che l' altezza totale del Capostrada risulti di circa 18 once, cioè 9 once di ossatura, e circa altrettanto di copertura. Questo metodo

è preferibile a quello di formare l' ossatura con uno strato di grosse pietre, piano affatto nelle sue superficie, di 9 in 12 once di altezza, con una copertura di 9 once nel mezzo, e di 3 once negli estremi laterali, il che dà parimente il Capostrada dell' altezza compensata di circa 18 once, giacchè secondo quest'altro metodo i carri che camminano assai spesso con una ruota vicino l' orlo del Capostrada, ne scuoprono facilmente l' ossatura, e producono guasti.

31.º Comunque si costruisca il Capostrada non si può fare ammeno di fiancheggiarlo con passeggiatoj di terra compatta, sia pel transito de' pedoni, e delle cavalcature, sia anche acciò i cavalli da tiro siano agevolati nelle discese a sostenere lo sdrucciolo dei carri molto pesanti, facendo scorrere su di esso le ruote della metà del carro, e quelle dell'altra metà sul Capostrada. V'è chi l' inclina verso del Capostrada, come dalla (*Fig. XI*), il che se sotto d' un riflesso è vantaggioso, allorquando è formato con materiale abbastanza duro e compatto, perchè riconduce le ruote de' carri sul Capostrada, è però nocivo sotto di altro aspetto. Nelle strade in pianura, le acque piovane si arrestano nei

solchi, e nelle strade in pendìo le acque correndo lungo la strada ne dissestano il brecciaro, e lo solcano. Il metodo migliore, e che generalmente è più adottato, è il dare ai passeggiatoj una pendenza verso della campagna contigua, che vi siano o no i fossi laterali di scolo, pendenza che suol farsi di $\frac{1}{24}$, se il terreno è arenoso, e da aumentarsi fino a $\frac{1}{12}$ s' è compatto.

32.° In tutt' i casi è bene di avvertire che ne' suoli di grossa sabbia può farsi ammeno di costruire l' ossatura; deve però cavarsi sempre il Capostrada, e se si vuole, dell'altezza qualche oncia meno del completo, e riempirsi tutto di brecciaro. A questo si possono sostituire sempre le scorie di ferro, ove se ne trovi per la vicinanza di qualche ferriera, ed utilissimo è anche di compianare i passeggiatoj colle terre liscivate delle salnitriere, se ve ne sono ad una distanza discreta.

Strade in terreni arenosi.

33.° È massima primordiale ch' è sempre buona una strada, ed anche un sentiero, allorchè le acque non vi soggiornano; dal che se ne deduce, che le strade sono tanto

Vedute generali.

migliori , quanto più i terreni su cui si costruiscono, sono per la vegetazione di cattiva qualità, cioè pietrosi o arenosi ; ed è anche un seguito della sopraindicata massima , che si deve procurare un sollecito scolo alle acque de' fossi laterali alla strada , allorchè ve ne sono ; il che riesce molto più facile nelle piccole estensioni di pianure sull' alto de' monti , che nelle pianure estese di molto , nelle quali qualche volta si rende utilissimo di costruire un canale di scolo , che riunisca le piovane , e le conduca in un qualche rivolo o borrone.

34.° Per ottenere questo intento medesimo si costruiscono sotto, ed a traverso delle strade frequenti occhi di ponte di piccola luce detti anche trombe sotterranee , per far passare le acqne de' fossi da un lato all' altro, ove lo scolo è più facile , e la di loro sezione trasversale dev' essere in larghezza alquanto minore di quella de' fossi, le di cui acque debbono digerire, acciò attraversandoli non perdano di velocità , e vi depositino le terre che trasportano , e che in poco tempo li otturerebbero.

35.° Per costruire questi occhi di ponte , o trombe sotterranee è indispensabile

che le strade siano elevate non meno di un pajo di palmi al di sopra dell' adjacente campagna. Quest' altezza aggiunta a quella non minore d' altro pajo di palmi, che sono profondi i fossi laterali, danno l' altezza totale, almeno di palmi quattro, la quale permette la costruzione degl' indicati piccoli passaggi d' acqua, soprattutto se si ricoprono non con volte di fabbrica, ma con larghe pietre di taglio, come arcopiani. Del resto se si mancasse di queste non vi sarebbe altro inconveniente, alzando le volte delle trombe sotterranee al di sopra del livello della strada, che di veder mal contenti gli amatori del bello.

36.° Nelle strade a mezzo lato, ed a giravolte si hanno a questo riguardo molte facilitazioni, e sarebbe supporre poco criterio ne' lettori di questa memoria, che d' intrattenerli su quest' oggetto, mentre vi sono altre importanti osservazioni a fare sul taglio di siffatte strade. Di esse la linea longitudinale intermedia chiamasi direttrice.

Cavamenti delle strade a mezzo lato.

37.° La direttrice di una strada a mezzo lato per ascendere un monte, tanto che si può, dev' essere tangente alla superficie del pendìo del monte stesso, acciò col ta-

glio si abbia la metà della larghezza della strada , e gettando il prodotto dello scavo dalla banda del vallone si abbia col riempimento l' altra metà della stessa strada.

38.° Se il declivio della falda del monte fosse erto , e troppo levigato , il prodotto dello scavo gettato dalla parte del vallone non reggerebbe. La strada in questo caso deve internarsi nel monte , e deve qualche volta esser tutta nel monte incavata. La spesa allora risulta tanto maggiore , quanto più erta è la falda del monte , giacchè in ciascuna sezione è maggiore l' altezza del triangolo da cavarsi.

39.° In queste circostanze v' è chi crede che la falda del monte , per l' estensione di qualche canna al di sotto del taglio della strada debba disporsi a gradoni orizzontali , acciò il prodotto dello scavo di essa , e che dev' esser gettato sopra de' detti gradoni , vi poggi in piano , e regga. Secondo questa disposizione la direttrice della strada può allontanarsi meno dalla superficie della falda del monte , e risultare meno considerevole lo scavo. Ciò , che vi può essere di superante del prodotto di esso , dev' essere impiegato a costruire un marcia

piede rialzato dalla parte del vallone, che serve di sicurezza a' carri, e di comodo a' pedoni (*Fig. VII*).

40.° In siffatte strade è importantissima l' avvertenza che non penetri acqua tra la superficie naturale della falda del monte ed il materiale soprapposto, giacchè non mancherebbe di farlo sdrucciolare, e produrre la rovina di una parte della strada medesima.

Nel 1807 un uffiziale del genio, di guarnigione al Pizzo in Calabria, troppo ligio in materia d' arte agli ordini del Generale che vi comandava un corpo di truppa, per ascendere al piano degli Scrisi costruì una strada a giravolte trascurando sì fatta avvertenza. Non ve ne restarono che pochissimi avanzi la mattina susseguente di una nottata piovosa. Gli slamamenti degli strati di terra giacenti su' pendii di monti di pietra, e che discendendo si trascinano anche le case, che vi sono piantate di sopra, non derivano che dalla stessa causa.

41.° Finalmente se col taglio di una strada a mezzo lato, il fondo ne risultasse di roccia, per impedire la caduta de' cavalli, vi si deve far sempre il cavo del Ca-

postrada, che non è però necessario che abbia un' altezza maggiore di 6 once, per empirsi con minute schegge o brecciaro.

42.° Finora non si sono indicati che i metodi di cui si fa uso ne' casi ordinarj. Se è indispensabile di conoscer questi, è certamente utilissimo ben anche di non ignorare i ripieghi da presceglierе per gli oggetti militari ne' casi straordinarj di località, o di tempo.

Strada in suolo di minutissima arena.

43.° Se si deve costruire una strada su di un suolo di sottilissima arena, come sogliono essere le pianure a non molta distanza dal mare, tra fiumi che trasportano belletta, e ne protraggono la spiaggia; siccome in detti siti vi manca quasi sempre il petrame, e che ne sarebbe lungo e spesoso il trasporto, così si è spesso costretto di far uso di fascine, o di tronchi d' alberi.

A questo effetto, supponendo che si faccia uso di fascine, si debbono cavare lungo la direzione della strada tre solchi paralelli, due a' due orli dell' ossatura, che non deve avere una larghezza maggiore di una ventina di palmi, ed uno a mezza distanza tra essi; larghi tutti detti solchi poco più di un palmo, e profondi 9 once quello di

mezzo, e 15 once i due laterali. Nel tempo stesso si debbono costruire de' salciccioni della lunghezza di 15 palmi in 20, e del diametro di un palmo con virgulti di albero senza foglie, o di ginebro, di che ne abbondano le nostre spiagge, e si debbono strettamente legare con virgulti di Salice, e con tralci di vite che sono i migliori, prendendo cura che le legature non siano a maggior distanza di un palmo l' una dall'altra, soprattutto se i virgulti fossero poco lunghi, e prendendo cura anche che i nodi siano tutti dalla stessa banda.

Quindi si debbono situare i salciccioni ne' tre solchi di già cavati, mettendo i nodi al disotto, e fissandoli con picchetti di grossi rami d' albero decorticati della lunghezza di 5 palmi in 4, aguzzati nell' estremo più piccolo, e del diametro di once una e mezzo, in due nell' altro.

Sul terreno intermedio a' salciccioni, e in direzione ad essi perpendicolare si situa uno strato di grossi rami d' alberi o bastoni pieghevoli, lunghi una decina di palmi conficcandone gli estremi ne' salciccioni, e si deve ricoprire il tutto, primo con 5 once di altezza di sabbia, ch' è bene di leggiermente

umettare e battere con pistoni, onde l' arena possa riempire tutt' i vuoti al disotto, per poi ricoprire la strada con altre 3 once di altezza di arena, preferendo quella che alla superficie di siffatte pianure è coperta di uno strato di Zolle, e che comincia a decomporsi. Nell' Isola sacra di Fiumicino, allo sbocco del Tevere ne fu fatta una nel 1792, che reggeva benissimo al peso de' carri, ed era sommamente comoda e per le cavalcature, e per i pedoni.

44.° Se le fascine non mancano, è miglior consiglio di cavare tutto il letto dell' ossatura della strada, che si può allargare fino a 24 palmi, e configurarlo convesso nel mezzo. I salciccioni debbono allora essere di detta lunghezza, e del diametro di 9 once in 12, legati come sopra, e si debbono situare trasversalmente alla strada l' uno a fianco dell' altro, fissandoli con picchetti. Il tutto si ricopre con 6 once d' altezza di arena, come s' è dettagliato nel precedente paragrafo.

45.° Se v' è abbondanza di alberi possono sostituirsi questi alle fascine.

È utile ch' essi siano decorticati ed abbrostoliti, per evitare gl' insetti, e il fraci-

dume, e renderli di maggior durata. Se si vuole una solidità maggiore, oltre alle tre file per lungo, si situano trasversalmente altri tronchi, ed in direzione perpendicolare ad esse file. La lunghezza di questi dev' essere uguale alla metà di tutta la larghezza della strada, situandone un estremo nell' unione di due alberi in fila, onde formare cassettoni per quanto si può di figura quadrata, e che s' empiono di brecciaro, schegge di pietre, calcinacci, o almeno di arena battuta. In molti luoghi della Russia, e tra gli altri da Mosca a Pietroburgo l' ossatura della strada non è che di tronchi d' alberi coricati, come le fascine nel paragrafo precedente, che si ricoprono di arena o di terra, se non si può avere altro materiale migliore. Questa costruzione però, ch' è anche utilissima tra noi, soprattutto ne' terreni grassi, non si può effettuare che ne' luoghi boscosi, giacchè bisognano circa 7000 tronchi d' alberi per ogni miglio di lunghezza, e ne bisognano 1700 nel sistema a cassettoni, come sopra.

Comunicazioni tra due Corpi di un' Armata.

46.° Se si debbono far comunicare due corpi di un' armata accampati a piccola distanza tra loro, e che il terreno interme-

dio non è paludoso , o sommamente rotto dalla coltura , si possono sostituire semplici sentieri alle strade. Essi d' ordinario si fanno larghi 8 canne in 10, e si estendono fino a 12 canne in 15 , se debbono servire per diverse settimane.

47.° Se il terreno è paludoso, ed in generale di difficile transito , per la comunicazione tra gl' indicati due corpi, è indispensabile di costruire le strade. Ne basta una , se gli accampamenti debbono essere di pochissima durata , altrimenti ne bisognano non meno di due ; ed in questo caso di due sole strade , e che si debbono passare ponti o rampe , è utilissimo di stabilire al loro ingresso de' posti di guardia, onde una di esse serva per andare da un campo all' altro , e l' altra serva per tornare.

Piantagioni lungo le strade.

48.° Finalmente le strade pel commercio sono assai spesso ornate di alberi piantati lungo i due laterali della strada. Questo sistema non solo è utile , ma può dirsi ch' è di un' assoluta necessità da adottarsi lungo le strade militari pel bisogno giornaliero , che nella guerra si ha di legname. Essi però non debbono essere piantati a distanza minore di 12 palmi dall' orlo estre-

mo de' passeggiatoj , giacchè altrimenti la di loro ombra perpetuerebbe l' umido sulla strada.

49.° Gli alberi che meglio convengono per gli oggetti militari sono la Quercia , l' Olmo di lega , l' Olmanio , l' Elce, il Faggio , il Pioppo.

La Quercia migliore si ottiene ne' luoghi montuosi, e ne' terreni secchi e profondi, in dove sia esposta a Levante , o a Ponente. L' Elce vegeta bene ne' luoghi consimili.

L'Olmo di lega, cioè quello che ha i suoi filamenti intralciati a guisa di nodi , non si trova in questo Regno di buona qualità , che ne' territorj di Napoli , Aversa, e Pozzuoli.

L' Olmanio riesce di buona qualità ne' luoghi asciutti e montuosi , o in terreni seminatorii, e non umidi.

Il Faggio de' terreni grassi è cattivo , perchè facilmente tarla, ed è di poca tenacità.

L' Abete esige anche luoghi montuosi ed asciutti, ed è più forte quello di colore rossigno.

Il Pioppo , ed il Salice amano i terreni umidi , e per rendersi utili nelle costruzio-

ni , allorchè sono segati , debbono essere bianchi e senza nodi. Tra noi sono di speciosa qualità e il Pioppo di Cervinara , e il Salice de' Regii lagni di Terra di lavoro.

PARTE III.

Metodo per attraversare borroni , o canali d' acqua.

50.° Lungo le strade , ed anche tra le posizioni occupate da' diversi corpi d' un'armata s' incontrano non rare volte fossi , borroni , canali , ruscelli , ed anche fiumi rimarchevoli, e non dovrebb' esser discaro che qui si accennino i mezzi più solleciti, e meno spesosi per attraversarli.

51.° Se s' incontra un fosso di scolo senz' acqua , e d' una profondità non maggiore di palmi 12 si fa uso di un ponte rovescio , cioè due rampe , una in ciascuna delle due ripe , nell' istessa direzione tra loro , e perpendicolari a quella del fosso , una per discendervi , l' altra per sortirne , regolandone il pendìo , come dalla tavola

qui appresso, onde sia più dolce a proporzione ch'è più esteso.

Altezza della rampa	Lunghezza della scarpa
Palmi 8	Palmi 48
10	64
12	80
14	100
16	120

Se la detta comunicazione è tra gli accampamenti d'un' armata, si fa larga ordinariamente 8 canne in 10, e si estende a 12 canne in 15, se deve servire per qualche settimana, come è detto al §. 45.

52.° Se il fosso è asciutto, di una profondità maggiore di 12 palmi, e di larghezza, che a cagione delle circostanze non conviene di farvi un ponte, la comunicazione si fa con due rampe tagliate lungo la pendenza delle scarpe delle due ripe, una per discendere nel fosso, l'altra per ascendere. Per quanto è possibile esse debbono avere

i due termini delle discese nell' istesso profilo del fosso , e ciascuna rampa deve avere la larghezza almeno di 4 canne.

Se il fosso è tra due accampamenti di corpi d' un' armata in un campo passeggiero , o se deve solamente essere attraversato da una colonna che marcia , basta una sola comunicazione , altrimenti se ne costruiscono due, e vi si pongono delle guardie sopra le due ripe , come al §. 47.

Ponte d'una travata.

53.° Se il fosso è profondo , e d' una larghezza minore di palmi 6 in 10 della lunghezza delle travi , che si hanno per attraversarlo , si può costruire un ponte di una sola travata. A quest' effetto la sponda meno elevata nel sito , ove deve poggiare un estremo del ponte, si deve abbassare per quanto è la somma (*Fig. IX*)

I. Della grossezza de' tavoloni da situarsi sotto l' estremo de' correnti ;

II. Dell' altezza de' correnti che debbono comporre la travata;

III. Della grossezza de' tavoloni che li debbono coprire.

Il detto abbassamento dev' esser fatto almeno per quella estensione in lunghezza , che il ponte dev' avere di larghezza , e

dell' ampiezza sufficiente a contenere la testata de' correnti, ed il tavolone che dev' essere al di sotto.

54.° Allo stesso livello dello abbassamento qui sopra indicato deve farsi il cavo della sponda opposta, per poggiarvi l' altro estremo della travata. Quindi si situano i tavoloni, su di essi i correnti, e finalmente la copertura del ponte, ritenendo i tavoloni, e le testate de' correnti con forti picchetti piantati a' di loro fianchi, ed infossandoli fino a che le di loro teste siano di livello col piano del ponte. Per meglio contenere la copertura, ed impedire che si dissesti col passaggio de' carri, si situano sopra di essa, e verticalmente sopra del primo e l' ultimo corrente della travata lunghe travi che servono di sponda, e le quali si fissano anche con forti picchetti piantati lateralmente ai di loro estremi.

Il piano superiore di siffatto ponte, secondo il metodo indicato, risulterà sensibilmente orizzontale, e di livello colla superficie del terreno della sponda più bassa. Per montare, se occorre su quella della sponda più alta, si formerà una rampa, per lo meno

così larga che il ponte, e d'una pendenza, come dalla tavola del paragrafo 51.

Determinazione della larghezza degli alvei.

55.° Per determinare con precisione la larghezza superiore di un fosso, o di qualunque alveo, onde conoscere anticipatamente la lunghezza del ponte che lo deve attraversare; nell' orlo della sponda opposta, e nel sito ove si vuole costruire il ponte si scelga un oggetto visibile, o vi si mandi a piantare un picchetto *A* (*Fig VIII*). Incontro ad esso sull' altra sponda, ed a poca distanza dall' orlo del fosso si situi un altro picchetto *C*, e per assicurarsi se la direzione *AC* sia perpendicolare a quella dell' alveo basta osservare, anche ad occhio, se la perpendicolare elevata dal punto *C* su di *AC* sia paralella all' andamento della sponda *SM*. Quindi si biffa il prolungamento *CB* della direzione *AG*, e si biffa parimente la perpendicolare *BD* elevata su di essa. In detta perpendicolare si scelga il punto *D*, dal quale si vegga il punto *A*, e se ne biffi la direzione *DM*. Su di *DB* si prenda la porzione *DE*, e si elevi la perpendicolare *EF*. Se dal quarto proporzionale *BA* in ordine a *DE*, *EF*, e *DB* se ne

tolga la porzione BS, che si può misurare, s'avrà l' effettiva larghezza superiore SA, che si vuol conoscere.

Nozioni su la resistenza de' legnami.

56.° Per determinare le dimensioni che debbono avere i legnami, secondo le diverse circostanze, si supponga che la lunghezza ES (*Fig. IX.*) della trave sul vuoto si chiami $'l$, che la grossezza si chiami $'g$, e che si chiami $'a$ l' altezza di essa. Si supponga inoltre che il peso d' un palmo cubo della stessa trave si chiami p, e che la somma di AE, ed SB sia $= 'b$.

57.° Il peso di ES, e degli oggetti soprapposti è quello che tende a fare incurvare la trave, quindi a romperla, ed i pesi delle porzioni AE, ed SB, che poggiano sopra sostegni, sono quelli che tendono a diminuire l' effetto del primo. Se la trave si suppone della stessa grossezza ed altezza da per tutto, e che siano eguali le porzioni AE, ed SB, il calcolo per l' equilibrio sarà alquanto agevolato.

58.° Su questi dati a' punti medj C, e O delle porzioni FS, AE, ed SB si suppongano riunite le di loro masse P, Q, e Q, e si avrà con P, E, C lo sforzo che tende a rompere la trave nel punto medio C,

pel suo proprio peso, e con $2\,Q\,.\,2\,EO$ quello che tende a diminuirne l' effetto. Sostituendo a queste espressioni i simboli algebraici convenuti di sopra, s' avrà con

$'a\,'g\,'l.\,p.\,\frac{1}{2}\,'l$, la potenza che tende a

rompere la trave, e con $'a\,'g\,'b.\,p.\,\frac{1}{2}\,'b$

la resistenza, quindi $\frac{1}{2}\ 'a\,'g\,'p.\ (\,'l^2 - 'b^2$

indicherà l' effettivo sforzo che agisce di continuo a rompere la trave, ed a cui niente altro si oppone che la coesione del legno, la quale se si chiami $'c$, si ha nello

stato di equilibrio $'c = \frac{1}{2}\,'a\,'g\,'p\,(\,'l^2 - 'b^2\,)$

$+ \frac{R\ \ 'l}{2} \ldots\ (M)$ dinotando con R il peso da soprapporre nel punto medio della trave, onde lo sforzo d' unita a quello della stessa trave superi la di lei coesione.

Per conoscere il valore d' uno de' termini del secondo membro dell' indicata equazione, allorchè sono noti gli altri, è da determinar prima il valore di $'c$, come risulta dall' esperienze. Su questo è da sapersi che il Signor Buffon dopo molti saggi ha trovato che una trave di Quercia tagliata e

sperimentata dopo 48 ore, che l' albero è stato abbattuto, essendo sospesa per i due suoi estremi, ed avendo la lunghezza di 12 piedi, e la sezione in isquadro di pollici otto, si è incominciata a rompere al peso medio di libbre 25450 (misura e peso di Francia).

Riducendo tutto a peso e misura Napoletana si ha che una trave di quello stesso legno, ed egualmente disposta, della lunghezza di palmi 15, e della sezione in isquadro di once 10, si rompe al peso di circa cantaja 126 (1).

Inoltre paragonando tra loro due travi squadrati e della stessa qualità di legname, si ha che le di loro coesioni sono approssimativamente nella ragione diretta delle ri-

(1) Per la riduzione de' piedi e pollici, misura di Francia, in palmi ed once, misura di Napoli, si è adottata la proporzione, che per questi casi è sufficiente, cioè che il piede ed il pollice francese sta al palmo ed all' oncia napoletana come 5 a 4, ed in quanto al peso si è valutata la libbra francese di once 16, come eguale a 18 del rotolo napoletano, e differiscono di fatti d' un valore trascurabile.

spettive grossezze, e de' quadrati delle altezze, e nella ragione inversa delle lunghezze. Quindi $C : c :: \frac{A^2G}{L} : \frac{a^2g}{l}$ . . (N),

$e\ c = \frac{C\ a^2g}{l} \times \frac{L}{A^2G}$ . . . . . (S), in conseguenza se con l, g, a, si esprimono le dimensioni della trave di sopra espressa di 15 palmi di lunghezza, e della sezione in isquadro di once 10, e con c il peso delle cantaja 126, che la rompe, ed inoltre se con L si esprima la lunghezza di 10 palmi di una trave della stessa qualità di quercia, e con G, A la di lei grossezza ed altezza di un palmo, si avrà che la coesione C di essa trave regge allo sforzo equivalente a circa cantaja 326, non compreso lo sforzo del suo proprio peso espresso da quello di 10 palmi cubi messi all' estremo di una leva di cinque palmi di lunghezza, in maniera che supponendo il peso di un palmo cubo di quercia di rotola 28, cioè $\frac{28}{100}$ di cantajo, ed è ben raro che sia di un peso maggiore, lo sforzo della suriferita trave contro della di lei coesione è e-

spresso da 14 cantaja, che unite alle cantaja 326 formano in tutto lo sforzo di cantaja 340, che bisognano per rompere la trave (1). Si vedrà in seguito quanto sia più comodo per la facilità de' calcoli di far uso delle dimensioni della trave di norma di 10 palmi di lunghezza per la sezione in isquadro d'un palmo, che delle dimensioni di quella, ridotta dalla misura francese, cioè della lunghezza di 15 palmi, e di dieci once di sezione in isquadro.

Variazioni nella coesione de' legnami.

59.° La coesione intanto di una stessa trave non è costante, nè è sempre della stessa natura. Essa è poco rimarchevole, allorchè le fibre cellulari, che tengono uniti i filamenti legnosi, non sono indurite,

(1) Nella undecima memoria del Sig. Buffon sull' esperienza della forza de' legnami vi sono due considerevoli ommissioni, la prima è che considera la lunghezza delle travi sottomesse all' esperimento, senza deduzione delle due porzioni della di loro lunghezza, che sono sopra gli appoggi; la seconda ommissione è che non mette a calcolo lo sforzo della trave pel suo proprio peso. Senza dubbio dipendono da esse le differenze ch' egli rimarca tra la teoria, e la pratica, come se ne può rimaner convinti dalle tavole della citata memoria.

come negli alberi tagliati di fresco, e nell' epoca della di loro vegetazione, ed in tale circostanza i filamenti legnosi piuttosto che rompersi, sono assai pieghevoli. Nell' indurirsi poi la coesione diviene massima, e quindi con una lentezza, non valutabile per molte decine di anni, comincia a diminuire, e la diminuzione progredisce con più o meno celerità, a proporzione che le fibre cellulari si rompono, per effetto d'uno sforzo ch' abbiano già sofferto, si polverizzano per l'eccessivo calore, e per la corrosione de' tarli, ed a proporzione che i filamenti legnosi si putrefanno per effetto dell' umido. Da queste particolarità derivano le differenze, che si osservano nell' esperienza sulla coesione de' legnami fatte da diversi individui, in diversi tempi, ed in luoghi diversi.

Il Signor Perronet, per ovviare agl' inconvenienti, che potrebbero avvenire per le indicate differenze, stabilisce come canone di non doversi tener conto che della terza parte del valore che risulta nel determinare il peso, che una trave può sostenere. Se questa deduzione si crede assai considerevole, essa però non deve farsi minore della metà dell' indicato peso, ed è questa la regola adottata da' pratici.

Finalmente si è osservato che l' oscillazione nelle travature, sia delle case, che de' Ponti, diviene minima a proporzione che tra l' altezza, e la grossezza delle travi v'è una ragione più approssimante a quella di 7 : 5, o di 10 : 7, e non mai maggiore di 3 : 2.

Calcolo della coesione d'una trave.

60.° Dopo tutte le indicate particolarità, sia da determinare il peso R, che si può soprapporre ad una trave di date dimensioni, e nel punto medio della di lei lunghezza (*Fig. IX*). A questo effetto si supponga, che la trave sia della lunghezza di palmi 30, che le due testate di esse, ciascuna di pal. 3 poggino sopra saldi sostegni, e che la di lei altezza sia di once 16, di once 12 la grossezza, e che un palmo cubo di detta trave pesi rotola 28.

Mediante le sostituzioni nella formola (S) del paragrafo 58°, 4°. periodo si ha che siffatta trave paragonata a quella di 10 palmi di lunghezza, della sezione di un palmo in isquadro, e della resistenza di cantaja 340, regge allo sforzo di cantaja 251, 84.

Questo valore, e quelli delle dimensioni dell'indicata trave di 30 palmi sostituiti nel-

la formola . . . . . (M) paragrafo 58, primo periodo fa conoscere che il peso da soprapporre alla trave nel suo punto medio, e che si è fatto eguale ad R non è che di cantaja 12, 6.

61.° Se il ponte è formato con otto correnti delle suriferite dimensioni, esso potrà considerarsi idoneo a reggere al peso di cantaja 100, 8, dal quale bisogna però dedurre il peso della copertura, che comunque si faccia non sarà mai minore di rotola 7 a palmo quadrato.

Di essa copertura, dell' estensione di palmi 30 per 24= 720, e del peso di cantaja 50, 40, quattro-quinti sono a danno della resistenza del ponte, perchè poggiano sulla porzione *ES*, ch' è nel voto, ed un quinto gravita sulle testate, e contribuisce alla resistenza del ponte medesimo: in conseguenza rimangono a danno del ponte cantaja 40, 32. Sottratte queste dalle cantaja 100, 8, fan conoscere che il peso degli oggetti, che simultaneamente possono transitare per l' indicato ponte, potrebb'essere di circa cantaja 60, da valutarsi per cantaja 30 (§. 59.° 2.° periodo), e fan conoscere benanche che la luce delle trava-

te non è conveniente ch' ecceda di molto i palmi 24.

Se non si credesse sufficiente la resistenza di cantaja 30, si potrebbe aumentare di due once la grossezza de' correnti, e l' intero ponte potrebbe reggere a cantaja 116, 8, quarto proporzionale in ordine ad once 12, ad once 14, ed a cantaja 100, 8, che reggono gli otto correnti della grossezza di 12 once. Dal detto quarto proporzionale togliendone cantaja 40, 32, per la copertura, rimarrebbero cantaja 76, 48, di cui la metà ossiano cantaja 38, 24 possono attraversare il ponte con ogni sicurezza.

Metodo abbreviato dai Pratici.

62.° I Pratici, per evitare i suriferiti calcoli, si sono assicurati se le travate de' ponti permettono o non il transito de' carri, carichi come di uso, allorchè le luci di esse sono di venti piedi, ed in conseguenza la lunghezza de' correnti non minore di 24, situati tra di loro a distanza, che ciascun voto non sia mai maggiore del triplo del pieno, e che la sezione ne fosse d' un piede in isquadro, prendendo così, come trave di norma nel voto, quella di 20 piedi di lunghezza, e dell' altezza e grossezza d' un piede, e servendosi del teo-

rema $\frac{1^2}{20} = \frac{x^2}{L}$, ... (T) , cioè che per essere uguali gli effetti della coesione delle travi debbono essere uguali i rotti de' quadrati delle di loro altezze divisi per le rispettive lunghezze , supponendo costante la grossezza d'un piede , e così dando ad *L* successivamente il valore di piedi 30 , 40 , *ec ec.* , nel voto si determina che l'altezza delle travi dev' essere $\frac{1}{24}$, $\frac{1}{28}$ *ec ec.* di sì fatte lunghezze , come dalla tavola qui appresso.

Per comodo degli Artieri Napoletani vi si sono aggiunte le colonne di riduzione in misura Napoletana , e vi si è aggiunta anche la lunghezza , che dovrebbero avere le due testate unite insieme , situate su gli appoggi (1).

---

(1) Se con le formole dinotate nel paragrafo 58.° si determini il valore di R con una trave di 32 palmi di lunghezza , de' quali 25 sul voto , e della sezione di 15 once in isquadro, si troverà che il detto valore di R è di cantaja 11 , 07 , mentre secondo i pratici dovrebbe essere anche maggiore di cantaja 12 , 6. Questa differenza viene da che la trave de' Pratici si è ora valutata come quella di Buffon , cioè non stagionata , ma tagliata, e sperimentata dopo 48 ore che l'albero è stato abbat-

Lunghezze		Altezze proporzionali	Altezze		Somma delle due testate
in piedi	in palmi		in pollici	in once	
20	25′	$\frac{1}{20}$	12	15′	7′
30	37′ 6″	$\frac{1}{24}$	15	18″ $\frac{3}{4}$	10′
40	50′	$\frac{1}{28}$	17	21″ $\frac{1}{4}$	14′
50	62′ 6″	$\frac{1}{30}$	19	24″	16′

63.° L' esposto finora fa conoscere la maniera di calcolare le dimensioni de' correnti di un ponte, ed il numero di essi per reggere al peso de' carri che devono transitarlo. V' è però da considerare anche il peso che supera la tenacità del terreno su cui posar debbono gli estremi de' correnti. Per determinare generalmente siffatta tenacità si costruisca una piattaforma di le-

tuto, mentre i Pratici suppongono la di loro trave di norma di legname regolarmente stagionato, e quindi molto più resistente, che secondo Buffon,

gname della figura e grandezza della base del corpo P, che deve poggiare sul detto terreno da sperimentare, e vi si soprappongano palle da cannone, ugualmente distribuite sopra tutti i punti, e specialmente sul lembo del tavolato, e fino a che il terreno cominci a profondarsi, il numero di dette palle moltiplicato pel peso di una di esse, più il peso della piattaforma, e della cesta, cassa, o telaro qualunque siasi, con cui si sono ritenute le palle sopra della piattaforma diviso pel numero de' palmi quadrati che questa contiene, dinota il peso Q, che supera appena la tenacità d' ogni palmo quadrato della superficie di quel particolare terreno.

Si divida inoltre l' intero peso del corpo P pel peso Q, e si avrà il numero de' palmi quadrati, che dovrebbe avere la superficie della piattaforma, il quale per lo meno si deve duplicare, e superfluo sarebbe se si facesse maggiore del triplo.

Onde il peso graviti ugualmente su tutta la piattaforma, la figura di questa dev' esser simile alla base del peso P, e la verticale abbassata dal di lui centro di gravità deve cadere sul centro di gravità del-

la piattaforma, disponendone i lati paralellamente agli omologhi della base del corpo *P*. Con un pò di abitudine queste avvertenze si osservano senza ritardo, e bisogno di speciali esperienze. È per ovviare a' cattivi risultati che si potrebbero temere trascurandole, che si situano de' tavoloni sotto le testate de' correnti della *Fig. IX.*

Questo esperimento, per quanto sia facile, esige altrettanto che sia fatto con avvedutezza, allorchè però l'importanza dell'oggetto lo meriti. Se il terreno non è dissodato, lo strato di zolle marca il risultato in una maniera non equivoca tagliandosi, e non incurvando soprattutto se l'orlo della piattaforma è ugualmente gravato da per tutto. Se poi il terreno è rotto dall'aratro, o dalla zappa, è necessario spianarlo prima e batterlo con pistoni, e quindi dopo qualche mese che la superficie si è indurita e coperta di zolle si deve effettuare l'esperimento come sopra.

Ponte a due travate.

64.° Se il fosso, oltre di esser profondo, fosse tale che il ponte convenisse di costruirlo con due travate più tosto che di stabilire una pila di palafitte nel mezzo, si può far uso di un cavallo, che poggi le gambe su

le due sponde laterali. In questa determi-
zione si deve aver riguardo a due casi di-
versi, quando le sponde sono in terreno
forte da reggere con poca scarpa *Fig. X.*,
e quando sono in terreno, che ha bisogno
di una scarpa maggiore di quella che per-
mette la lunghezza de' correnti delle due
travate (*Fig. XI*).

65.° Nel primo caso s' incomincia dal
delineare il disegno della sezione del fosso,
ove si vuol costruire il ponte, quindi si
fanno i tagli della porzione delle due spon-
de che debbono servire di spalle, come ai
paragrafi 53.°, e 54°., e debbono essere
perfettamente paralelli. Si costruisce in se-
guito il cavallo con tante paja di gambe che
vi debbono essere di correnti nelle due tra-
vate, ed esattamente uguali ed allineate co-
me la parte inferiore d'un cavallo di frisa.
Sul dorso di esso, che dev' essere orizzon-
tale, e di livello con i tavoloni delle piat-
teforme delle due sponde, si situano le te-
state de' correnti delle due travate in ma-
niera che poggino sopra a ciascun pajo di
gambe, e finalmente vi si soprappone la
covertura, fissandone tutte le parti con
forti picchetti, come al paragrafo 54.°

66.° Nel secondo caso lungo ciascuna delle due sponde, ove si deve costruire il ponte, si pianti una riga del più gran numero di palafitte che si può. Queste sieno alberi di quercia decorticati, del diametro non minore di 15 once nell' estremo più grosso, e che si fanno terminare a punta nell' altro. La testa si guernisce di un cerchio di ferro, onde non si fenda nel batterlo a rifiuto, e l' altro estremo si guernisce di una punta di ferro a tre ali, acciò penetri nel terreno con facilità, e senza piegarsi. Il lasciandare per batterli deve avere un battipalo del peso di cantaja 5 in 7, secondochè il terreno è meno o più tenace. Le due righe di palafitte, una in ciascuna sponda debbono essere tra esse paralelle, e la linea che unisce i loro punti medj dev' essere perpendicolare alla direzione del fosso. Le palafitte si conficcano così vicino alle sponde ch' è possibile, e se si può dandole una scarpa verso il centro del fosso. Gli estremi superiori delle palafitte debbono essere allo stesso livello, ed un pajo di palmi almeno al di sopra delle più alte acque che corrono nel fosso. Quelli di una stessa sponda si legano tra essi con traverse e

chiodi di legno, e si coprono con una trave riquadrata nelle quattro facce, detta Cappello, o guanciale, e si riempie tutto il voto, che può rimanere dietro ciascuna riga di palafitte, e la corrispondente sponda con lunghi virgulti, e fascine, onde evitare le corrosioni dell'acqua corrente, al che giova benanche di situare altre fascine in senso verticale negl' intervalli de' palafitti, come da qualche anno s' è incominciato a praticare nella vallata del Pò, per garantire gli argini dalle corrosioni delle acque fluviali.

Quindi si fanno gl' incavi delle due spalle fino al livello delle teste de' palafitti, e le sponde vi si rendono verticali con tavoloni messi di taglio nel senso della larghezza del ponte, ed inchiodando dietro di essi con forti picchetti salciccioni, lunghi almeno 24 palmi, di un palmo di diametro, strettamente legati, e con i nodi dalla parte interna. Più dietro ancora se ne inchiodano altri in direzione perpendicolare ai primi, e della lunghezza di una decina di palmi, collocandoli con intervalli tanto pieni che voti, e spianandovi in mezzo, con pistoni di legno, la terra, che deve spruzzarsi d'acqua,

onde acquisti tenacità maggiore. Su questo primo strato se ne forma un secondo, mettendo i piccoli salciccioni sugl' intervalli di quelli di sotto, e così proseguendo fino all' alto del terreno, come l' indica la pianta, e il profilo della figura XI.

Finalmente si situi il cavallo sull' alto delle sponde artificiali, si situano i tavoloni delle piatteforme, e si termina il ponte colle avvertenze di già indicate.

67.° Se si temesse che le acque che fluiscono, o possono fluire pel fosso ove sono piantati palafitti, gli scalzasse, sarebbe inevitabile o di rivestirne il piede con una pila di salciccioni di 30 palmi di lunghezza ripiegandone gli estremi verso le rispettive sponde, o di costruirvi una platea generale, profondando orizzontalmente per l'altezza di due tronchi d' alberi, che in ciascuno strato dovrebbero essere situati tanto pieni che vóti, quello al di sotto con le travi lungo la direzione della corrente, e l' altro al di sopra con le travi in direzione perpendicolare (Fig. XII.), ed inchiodando gli uni su gli altri con lunghi e grossi chiodi di legno. Negli angoli delle luci quadrate intermedie si debbono piantare grossi picchetti di legno

pesante al pari che i tronchi d' alberi de' due strati, e situare ne' voti ciottoli o pietre le più pesanti che si abbiano, con le punte al di sotto, e battendole con mazze di ferro onde si profondassero, e fossero più resistenti all' azione della corrente. Non v' è inconveniente alcuno, se essendovi degl' intervalli tra le palafitte verticali delle sponde, qualche tronco d' albero della graticola superiore della platea generale penetrasse con uno de' suoi estremi negl' intervalli di dette palafitte.

Finalmente se i due cosciali del Ponte sono di fabbrica, o intagliati in sasso duro, sul vano intermedio si possono situare non meno della metà de' cavalli di tettoja, ciascuno di due dorsali, un monaco, ed una traversa, che le travate debbono avere di correnti, e su di essi cavalli si fissa stabilmente un Colmareccio orizzontale, e di livello alle due piatteforme di sponde. Quindi si termina il ponte come di sopra è detto.

68.° Per determinare ora la resistenza che deve opporre nelle accennate circostanze il cavallo *IAO* (*Fig. X.*) si rifletta che elevata la verticale *OL*, e su di essa abbassata la perpendicolare *AL*, lo sforzo

causato in ciascuna delle direzioni di AI, ed AO, e dal cavallo pel suo proprio peso, e da quello degli oggetti a cui deve reggere, si può risolvere in AL, ed LO, cioè prendendo la lunghezza AO per seno massimo, lo sforzo AL, che spinge cadauna sponda è la metà della somma de' due indicati pesi moltiplicata pel seno della metà dell' angolo che forma ogni pajo di gambe del cavallo, e lo sforzo LO che preme il fondo è la metà della somma degli stessi pesi moltiplicata pel coseno della metà del citato angolo in maniera che, se la metà dell' angolo IAO delle due gambe fosse di 60 gradi, fatta la somma de' due pesi dinotati di sopra, cioè di tutto il cavallo, e degli oggetti a cui deve reggere lo sforzo contro le due sponde, sarebbe uguale alla metà di $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ di detta somma, e quella contro del fondo di ciascuna sponda sarebbe uguale ad un quarto degli stessi pesi.

69.° Non è forse inutile di far rimarcare che lo sforzo del cavallo IAO, contro di ciascuna sponda è distrutto, almeno in gran parte dalla tenacità delle testate della traversa MN, e che in siffatto lavoro ad altro non è essenziale di far attenzione che a

costruire con esattezza il cavallo ed alla resistenza orizzontale sia con le piatteforme delle sponde, che con le palafitte battute a rifiuto, e bene assicurate contro dell' escavazione della corrente.

De' ponti a cavalletti.

70.° Ne' canali o ne' ruscelli ove il ponte dovesse avere più di due travate, e dove l'altezza dell' acqua non fosse mai maggiore di 6 palmi, e ne fosse lieve la corrente, si può far uso di ponti a cavalletti, i quali non possono avere che l' altezza totale di palmi 7 in 8 (*Fig. XIII.*), essendo assai difficile di maneggiare quelli di altezza maggiore. Per questi è anche utile di disporre le sponde com' è detto di sopra. I cavalletti non si situano a distanza maggiore di 15 palmi, ed i correnti delle travate debbono oltrepassarne il dorso almeno di un palmo, mettendo quelli delle travate numero pari a fianco de' correnti delle impari e tutti dalla stessa parte. Quindi si coprono le travate col tavolato come in tutti gli altri ponti, e colle stesse avvertenze. Il numero de' correnti, come negli altri ponti, non dev' esser minore di uno per ogni quattro palmi, che il ponte ha di larghezza.

71.° Se il fondo dell' alveo fosse fangoso

e molle, si forma un telaro di travicelli di legno pesante, che circondi gli estremi delle gambe di ciascun cavalletto, ed al disotto vi s' inchiodano de' tavoloni di gravità specifica maggiore dell' acqua, e si situano come piatteforme sotto le gambe de' cavalletti. Le armate ne sono provvedute, solendosi costruire negli arsenali.

Ponti con pile di palafitte.

72.° Negli alvei, ove per la di loro larghezza, il ponte deve avere più di due travate, ove l' altezza, o la corrente dell' acqua non permette di far uso di ponti a cavalletti, ed ove intanto vi si vuol piantare un ponte stabile di legno, questo può esser fatto con pile di palafitte.

La prima più essenziale avvertenza d'aversi è la scelta del sito ove costruirlo, che deve esser quello ove la direzione del filone è costante, e dove le acque corrono con moto equabile, condizioni che si avverano quasi sempre dove le sponde sono stabili; cioè, o dove la di loro qualità non dà luogo a corrosioni, o dove gli alvei sono dritti, in terreno non franoso, e senza alterazione di sezione, non dipartendosi mai dalla massima generale, che per la sicura comunicazione in ogni tempo le strade deb-

bono passare per dov' è possibile di costruire i ponti stabili, e non piantar questi in siti disadatti, e pel solo motivo che per essi passa la strada. In Solopaga, ove quest' avvertenza si è trascurata, vi si sono spese dalla Provincia di Molise vistose somme fin dal 1660, e nessun ponte ancora vi ha potuto reggere.

Scelto il sito del ponte se ne fissi la direttrice, cioè la retta che per lo lungo lo deve dividere per metà, e che si deve procurare che sia in direzione perpendicolare a quella dell' alveo, quindi si stabiliscano i cosciali con palafitte, come al paragrafo 66.°, ed alte almeno un pajo di palmi al di sopra delle maggiori piene che vi corrono, e di più ancora s' è possibile, senza però che il tavolato del ponte s' inalzi oltre il livello più basso delle due ripe.

La distanza tra i due cosciali si divida per uno de' numeri dispari 3, 5, 7, *ec.*, *ec.*, onde risulti sempre pari il numero delle pile che si deve piantare nel mezzo, prescegliendo quello tra gl' indicati numeri, che dia per quoto una distanza tra due pile corrispondente alla lunghezza e grossezza de' correnti, che vi si possono impiegare.

Coll' ajuto de' cavalletti, zatte, o d' una coppia di barche riunite con una travata al di sopra, onde poggiarvi il lasciandare, gli uomini, ed i materiali necessarii, si piantano le palafitte delle pile come l' indicano le *Fig. XIV*, e si uniscano con le traverse, ed i capezzali, come dalla figura stessa (1).

Il travaglio deve procedere da una, o dalle due sponde verso il mezzo dell' alveo, ed a proporzione che si compie una pila vi si deve poggiare la travata, e la copertura per servire di andito pel proseguimento del lavoro.

I correnti delle travate debbono oltre-

---

(1) Due vantaggi ben rimarchevoli si ottengono dai ponti così congegnati, il primo è che offrono la minima superficie all' urto della corrente, il secondo è che non danno punti di appoggio, per arrestarsi, a' materiali trasportati dall' acque, e soprattutto agli alberi svelti dalle campagne, come avviene ne' ponti congegnati al di sotto della copertura con saettoni, o gambe di forze. Se in qualche stagione è poca l' altezza dell' acqua non si deve tralasciare di profittarne, per situare delle traverse sotto il fondo dell' alveo istesso, come l' indica la figura.

passare i capezzali delle pile, almeno di tre palmi, e debbono quelli di una stessa essere a fianco, e tutti alla dritta o alla sinistra de' correnti della travata in seguito.

Particolari avvertenze su i chiodi.

75.° Gli estremi di ciascun corrente si serrano al corpo del corrente vicino, o con fasce di ferro, o con traverse messe al di sotto de' due correnti, e ad essi inchiodati con chiodi di legno forte, di figura cilindrica, o con chiodi di ferro di figura piramidale quadrata. In tutti i casi la lunghezza de' chiodi non dev' esser minore del triplo della doppiezza della traversa, un terzo per rimanere incorporato in essa, e due terzi almeno per passare nel corpo del legname, in dove la traversa si adatta. Se il chiodo è di legno forte, dopo fatto il foro con un piccolo succhiello, e che s' ingrandisce successivamente con succhielli più grandi, ma da risultar sempre d' un diametro alquanto minore di quello del chiodo, questo vi si conficca a colpi di mazzuole pesanti di legno, quindi allorchè il piano circolare della testa si è appianato colla faccia della traversa, essa con uno scalpello si divide, e nella fenditura vi si adatta una zeppa di legno forte, onde la super-

ficie cilindrica del chiodo serri bene contro le pareti del foro. *Fig. XV.*

Se poi i chiodi sono di ferro, è utile che lungo i lati vi si facciano delle intacche, come l'indica la *Fig. XVI.*, e sono detti allora chiodi a barba. Una volta inchiodati non è più possibile di toglierli a mano, ammenochè di rompere affatto le travi, per derubarli, giacchè per la naturale elasticità de' legnami, le fibre legnose s' introducono nelle intacche, e resistono ai più considerevoli sforzi.

74°. Se la distanza tra le pile non è minore di 20 palmi, si situano de' cuscinetti col di loro centro sopra de' capezzali, e sotto de' correnti per sostenerne gli estremi onde non si pieghino, e ad esse si uniscono con fasce di ferro, o con traverse, che in questo caso si situano di fianco, acciò facciano i detti cuscinetti con le testate de' correnti un sol corpo. Quest' avvertenza, ch' è sempre vantaggiosa, l' è poi indispensabile, allorchè i legnami sono stati tagliati di fresco dal bosco, come spesso avviene nelle circostanze di guerra, giacchè con essa si evita che i correnti si curvino nel mezzo, tra due pile contigue. Il ponte sul-

l' Angitola per andare a Monteleone, malgrado che fosse costruito nel 1808 con legnami tagliati di fresco de' boschi vicini, pure in nessun sito ancora ha dato segno di curvatura.

Finalmente su i correnti si stabilisce la covertura del ponte, ed i travicelli di sponda, e su di questi d' ambi i lati vi si congegna una spalliera, per sicurezza del transito. Il congegno di questa n' è diverso, ma in uguali circostanze sono sempre preferibili quelli che contribuiscono alla solidità del ponte, tra quali v' è quello de' cavalli col monaco nel mezzo, come dalla *Fig. XIV*.

Ponte di Cesare sul Reno.

75.° Il ponte più rimarchevole di legname, ed a pile, di cui si abbia conoscenza, è quello fatto costruire da Cesare sul Reno, nel Palatinato, a fior d' acqua, cioè poco alto sul livello del fiume. Esso era a cavalletti lunghi 50 palmi, ed i correnti, che vi poggiavano sopra essendo lunghissimi, l' è probabile che mentre una parte di essi era fissata sopra due cavalletti contigui dalla parte della sponda amica, la rimanente verso della sponda nemica, rimanesse provvisoriamente in aria, onde formare un andi-

to pensile, per così facilitare la formazione del cavalletto, sopra del quale l'altro estremo de' detti correnti dovea poggiare, e così successivamente. Quel che vi è di certo è che i cavalletti erano della stessa forma di quelli della *Fig. XIII.*, ma invece di essere di piccole dimensioni e mobili, lo erano di dimensioni grandi e fissi, le gambe erano inclinate con la testa verso la direttrice, ed il puntale ossia urtante era solamente dalla banda di sotto corrente. La covertura poi era di lunghe pertiche con graticci soprapposti, perchè troppo lungo sarebbe stato di segare gli alberi in tavoloni. A dì nostri nel breve tempo di dieci giorni, che impiegò Cesare nella costruzione di siffatto ponte, contando da quello in cui i materiali incominciarono a trasportarsi sulla sponda sinistra del fiume, non si saprebbe immaginare niente di meglio, e v' è anzi chi crede che nello stato attuale delle armate europee non è più possibile di farne altrettanto. Le armate della Repubblica Romana erano composte di un discreto numero di migliaja d' uomini, ed ora quelle di Europa lo sono di moltissime migliaja di automi.

Ponte di legno di un solo arco.

76.° Per evitare il travaglio delle pile di palafitte, che suol essere lungo, e penoso, e più di tutto dove la larghezza del fiume non essendo considerevole l' altezza dell' acqua oltrepassa i 20 palmi, o che non si abbiano alberi di buona qualità ed abbastanza alti da servire per palafitte, si sono immaginati ponti di legno di un arco solo. Era famoso quello di Sciaffusa nella Svizzera per attraversare una stretta e profonda vallata, bruciato nel 1799 per ordine del General Massena, in azione contro i Russi, e sono mirabili quelli fatti costruire in Baviera, diretti dal signor Wiebeking Ingegnere di ponti e strade, formando con grosse travi di poca curvatura, ed accozzate insieme in altezza quattro travi composte, e di figura circolare, di corda anche maggiore di 200 piedi, e di rigoglio non più di $\frac{1}{5}$, nè meno di $\frac{1}{10}$ della lunghezza di essa. Dette quattro travi composte si situano con i di loro estremi su i cosciali delle due sponde del fiume, due paralellamente tra esse, ed alla distanza poco minore della larghezza che deve avere il ponte, e due altre il Wiebeking incominciò per situarle a forma diagonale in mezzo alle due prime,

ed in seguito ha situate anche queste due, o una soltanto ad esse paralelle, ch'è senza dubbio la disposizione migliore, avvertendo in tutti i casi che due rette orizzontali, e parallele alla corrente una al di sotto di dette travi arcate, e l'altra al di sopra debbono poterle percorrere in tutta la di loro estensione, senza mai staccarsene. Dette travi unite con traverse danno la possibilità d'appoggiarvi le travate, e quindi la covertura del ponte.

77.° In Toscana molto tempo prima sono state progettate per lo stesso oggetto travi arcate, a grandi dimensioni con tavole di abete incollate, ed inchiodate con chiodetti di legno l'une sull'altre fino a formare la necessaria altezza, per servirsene come sopra, e come l'indicano le *Fig.XVII*, evitando che le commessure ed i chiodetti degli strati superiori corrispondano sulle commessure e chiodetti degli strati inferiori. Questo metodo si assicura essere stato adottato a Lilla in Fiandra, per coprire una Cavallerizza di grande larghezza.

I ponti, secondo il primo metodo, al pari di tutti gli altri di legname, a grandi archi composti di molti pezzi, sono

soggetti a due cagioni di distruzione, una è che per non aspettare molti anni per far bene stagionare i legnami, ordinariamente questi s' impiegano appena tagliati, e tagliati non sempre con le dovute cautele. Quindi messi in opera, ed uniti con perni a vite si disseccano, e diminuiscono di dimensioni in tutti i sensi. Si può rimediare a questo inconveniente con l' avvertenza di stringere spesso le viti de' perni, ed inzeppando a forza di mazzuole larghi cunei di legno nelle fenditure di due travi unite per i di loro estremi, acciò sussista sempre la continuità, e non s' interrompa l' equilibrio dell' urto reciproco de' pezzi. A questa trascuraggine principalmente è dovuta la rovina nel 1811 del ponte a Solopaga, alla Wiebeking, giacchè, per i soliti intrighi di Segreterie, si sostituì altro Ingegnere a quello che l' aveva incominciato, e ridotto a buon termine, ed i successori non sempre veggono come i predecessori.

78.° L'altra causa distruttiva di siffatti ponti, è il vento che gli urta lateralmente, e gli comunica ciò che dicesi moto d' oscillazione. Non del tutto si ripara a questo contrapponendo de' controventi, degli urtanti. Il

migliore e più sicuro espediente è d' evitare il basso delle vallate strette, e i di loro sbocchi, come a Solopaga.

Non si conosce ancora alcun risultato dell' altro ponte a grandi archi di legname, secondo il metodo Toscano.

Altezza nel mezzo delle travi arcate.

79.° Se si vuol determinare l' altezza d' una trave arcata, per esempio di 320 piedi di sviluppata, si può fare uso della equazione ...(T) (§. 62.°), cioè $\frac{1^2}{20} = \frac{x^2}{320}$, dalla quale risultando $x = \sqrt{16}$, sarà di quattro piedi l' altezza ricercata.

80. Molti opinano che siffatti ponti sono utilissimi per gli oggetti di guerra, perchè si possono facilmente distruggere, v' è però chi crede che non lo siano affatto, perchè esigono arte e tempo, di cui è ben raro che se ne abbia abbastanza nell' esercizio della guerra, perchè i corpi di truppa non mancano di mezzi, per distruggere in pochissimo tempo ponti anche molto più solidi, finalmente perchè una volta distrutti, ci vogliono anni per ristabilirli; e che in conseguenza è da preferire per uso di guerra ponti di travate non più lunghe di quel che permettono i legnami del circonvicino paese, per toglierne una o due, ove il bi-

sogno il richiegga, che sono dalla parte della sponda amica, e che il nemico non può mai ristabilire, per poco che si situi un discreto numero di bersaglieri, in trincere cavate a bella posta, in direzione, e lateralmente al ponte, e nelle quali non possono essere offesi dal fuoco della sponda nemica, anche che fosse più alta.

Ponte di barche.

81.° Negli alvei ove l' altezza delle acque non permette di costruire un ponte di palafitte, e dove non è possibile, o non si voglia costruire un ponte di legno di un solo arco, esso non si può costruire che sopra galleggianti, quello che prima di ogni altro si presenta alla mente è il ponte di barche. Le armate sono sempre provvedute di quelle che si costruiscono negli Arsenali di Artiglieria, e si trasportano sopra carri congegnati a bella posta. La di loro maggiore lunghezza suol essere di una sessantina di palmi, e di circa sette palmi la di loro larghezza superiore. Esse si situano a distanza doppia della di loro larghezza, e possono sopportare il transito d' una fila di carri, ciascuno del peso di 48 cantaja, senza contare il peso de' cavalli.

La prima e più essenziale avvertenza in

questa sorte di costruzioni è la distribuzione de' travagliatori, e il conservare il silenzio, ed il buon ordine, non altrimenti che si osserva in tutte le manovre di marina.

Per effettuare lo stabilimento di un ponte di barche, s' incomincia per fissarne la Direttrice, ed aggiustare le sponde per entrarvi, ed uscirne, non meno che per avvicinarvi la prima ed ultima barca del ponte, se v' è acqua abbastanza, o per situarvi dei cavalletti da inoltrarsi verso dell' alveo fino ad incontrare un' altezza d' acqua sufficiente per esse barche.

Quindi sottocorrente alla direttrice si debbono cavare almeno tanti *Scali*, per quanto è il numero delle travate di due o tre barche unite insieme, che prendono il nome di travate composte, e ciascuno *Scalo* dev' essere a piano inclinato di 12 in 15 palmi di larghezza, e colle pendenze indicate al (§. 51.°), acciò vi possano discendere i carri che trasportano le barche, e varar queste con minor fatica, e tempo.

Avvertenze di guerra.

82.° Se nelle vicinanze v' è un influente, ove varare le indicate barche con maggiore facilità, ed anche accoppiarle in tra-

vate, come si dirà in seguito, non si deve trascurare di profittarne, soprattutto se si temesse d'incontrare il nemico sulla sponda opposta. In questa ipotesi, se si domina la sponda nemica, è sempre utile di costruire nelle notti precedenti, e a' due lati della direttrice, ed a non molta distanza da essa delle batterie mascherate, per scuoprirle e far fuoco solo nel caso che il nemico voglia opporsi allo stabilimento del ponte. La storia militare conta moltissimi esempii di tal genere, come di passaggi a viva forza: ci vogliono però, soprattutto in quest' ultimo caso, due essenziali condizioni, superiorità nella qualità della truppa, e genio nel di loro condottiere.

A fianco di ogni scalo si depositano per categorie i materiali necessarii per costruire il ponte, e che in generale sono ripartiti su i carri stessi che trasportano le barche.

Metodo di ordine nel lavoro.

83.° Gli operaj si dividono in tante partite distinte di travagliatori quanto è il numero degli *scali*, oltre il piccolo numero destinato per lo stabilimento delle due cosce del ponte. In ciascuna partita, tanto ch'è possibile, non vi debbono esser meno di due sotto-uffiziali, e 24 travagliatori.

In ciascuno *scalo* le barche si situano in direzione perpendicolare a quella della ripa, ed ordinariamente a distanza doppia tra esse della di loro larghezza, cioè nel caso presente con un intervallo di circa 14 palmi. Per dettagliare con maggiore facilità il resto della manovra s' indicherà con la lettera *D* la ripa dritta dell' alveo, cioè quella che corrisponde alla man destra dell' individuo che per esso discende, e con la lettera *S* la riva che corrisponde a man sinistra. Con le lettere poi *d*, *s* s' indicheranno gli orli delle barche corrispondenti alle rive *D*, *S*.

Situate due barche a' piedi del corrispondente scalo, in direzione perpendicolare alla ripa, com' è detto, si situano sopra gli orli de' fianchi di esse i correnti delle travate, attraversando con ciascuno la larghezza delle due barche, e fissandolo con perni di ferro sull' orlo *d* di una, e sull' orlo *s* dell' altra a distanza di circa un palmo e quarto in un palmo e mezzo dai loro estremi, in maniera che nel caso attuale la lunghezza de' correnti dev' essere di circa palmi 32. Il primo, e l' ultimo corrente d' ogni travata, che debbono esse-

re i primi a fissarsi sugli orli de' fianchi di due barche vicine, debbono essere situati a distanza tra loro, che i tavoloni della copertura li sorpassino da ciascuna parte palmo 1 in $1\frac{1}{2}$, tutti gli altri correnti intermedj debbono situarsi con uguali intervalli.

Se la travata composta lo dev' essere di tre barche, si situa la terza a distanza dalla seconda, come l' è questa dalla prima, ed i correnti si situeranno sull' orlo del fianco *d* della seconda, e l'orlo del fianco *s* della terza, come precedentemente.

A proporzione che si compiono le travate composte al piede di ciascuno scalo, e quando si trova aggiustata la porzione della ripa, che deve servire di cosciale all' ingresso del ponte, esse travate composte si rimurchiano, e si situa la prima avanti l'indicato cosciale, e vi si fissa con cordaggi legati ad alberi, o a grossi picchettoni piantati sulla sponda, ed alquanto inclinati colla testa dalla parte opposta all' alveo. Se bisogna a causa della forza della corrente, ed anche del vento, la barca più discosta dalla ripa si fissa con un' ancora gettata di sopra corrente, e tutto al più con una seconda gettata di sotto corrente.

Su quell' orlo della prima barca, della prima travata composta, ch' è dalla banda della seconda barca, si situano i correnti di sponda che sono delle stesse dimensioni, ma più corti di tutti gli altri, ed attraversando tutta la larghezza della detta prima barca si fan poggiare con l' altro estremo sulla ripa del cosciale d' ingresso.

Bene assicurata questa prima travata composta si fa rimurchiare la seconda in proseguimento della prima, e si assicura colle ancore, e con i correnti che debbono formare la travatura sull' intervallo de' 14 palmi, che vi si deve rimanere tra l' ultima barca della prima travata composta, e la prima della seconda, fissandoli con perni sugli orli de' fianchi opposti di dette due barche, come in tutte le altre travate, e così successivamente, fino al compimento del ponte.

Circa palmi otto in dieci in avanti i due estremi delle barche, si situano a traverso dell' alveo due cavi di ritenuta, alli quali si legano esse barche, che debbono inoltre essere legate tra loro con due piccole corde messe a crociera, come dalla (*Fig. XVIII*).

Il principale oggetto di detti due cavi è quello che se si rompe il ponte, e quindi anche essi cavi, le barche restino legate alle due porzioni di essi, e non vengano asportate via dalla corrente. La di loro elevazione nel massimo punto della curvatura, pel proprio peso, non dev' esser meno di un pajo di palmi al di sopra delle più alte acque fluviali.

Tagliata per la libera navigazione.

84.° Se le acque fluviali sono navigabili, si fà una tagliata al ponte, in cui si situa una travata amovibile, composta di due o tre barche, detta particolarmente portiera, e da situarsi nel sito, ove la corrente è maggiore. A questo effetto si costruisce la prima porzione stabile del ponte fino a detto sito, quindi si situa la portiera in maniera che la prima barca di essa disti palmi 4, in 5 dall' ultima barca della prima parte stabile del ponte, e che i correnti delle travate di dette due barche siano bene in direzione tra loro. Sull' intervallo di dette barche si situano de' mezzi correnti fissati agli orli delle due barche contigue, a fianco, e di sopra corrente ai correnti delle due travate che vi poggiano.

Alla stessa distanza di palmi quattro in

cinque, e dall'altra parte della portiera, s' incomincia a costruire la seconda parte stabile del ponte fino a pervenire al cosciale d' uscita. Questo secondo intervallo al pari del primo s' attraversa anche con mezzi correnti, i quali tutti debbono avere un' altezza circa un $\frac{1}{2}$ d' oncia minore dell' altezza di tutti gli altri correnti, onde poterli con facilità togliere e rimettere sotto del tavolato e delle parti stabili del ponte, e della portiera, e fissarli con perni sugli orli delle due barche contigue.

La posizione della portiera si assicura con un' ancora gettata al di sopra corrente, e se bisogna con altra gettata di sotto corrente; con le corde a crociera che l' unisce alle due parti stabili, e con i cordini, che la fissano a' due cavi di ritenuta.

Allorchè debbono passare le barche, che navigano per l' alveo, si apre la portiera con staccarla da tutti i legnami che la tiene unita alle parti stabili del ponte, ed a' cavi di ritenuta, e si fa filare sulle ancore, onde la portiera discenda per la forza della corrente, situandola dietro una delle due parti stabili del ponte fino a che passate le barche essa si rimetta in posizione, rimurchiandosi sull' ancore di sopra corrente.

Sul tavolato del ponte si situano i travicelli di sponda, che si legano al primo, ed all' ultimo corrente di sotto con maniglie alla prussiana, come dalla (*Fig. XIX*), o con pezzi di cordino di otto in dieci palmi di lunghezza, e di circa un' uncia e quarto di circonferenza, che si stringono maggiormente, con l' ajuto di un picchetto da servire come manubrio.

Avvertenze per la conversione del ponte.

85.° Se si prevede che il ponte debba fare un quarto di conversione, oltre delle travate composte, si situa una barca stabile in avanti ciascuno de' due cosciali, detta barca di sponda, e questa a' cosciali si unisce con le solite travate, a queste barche poi s' avvicinano la prima ed ultima travata composta non altrimenti che la portiera s' unisce alle parti stabili del ponte.

Dimensioni de' cordaggi.

86.° I Cavi di ritenuta debbono avere 6 in 7 once di circonferenza, quelli d' ammarraggio per legare le barche alle ancore, ai picchetti, o agli alberi delle due sponde debbono avere la circonferenza almeno di once quattro; e le corde per le crociere trà le barche, e per legare queste a' cavi di ritenuta debbono avere la circonferenza di circa once due.

Per la costruzione di siffatti ponti le armate sogliono avere una compagnia di pontonieri per ogni equipaggio di ponte di barche, che senza mai eccedere le ottanta, se ne proporziona il numero ai fiumi di maggiore larghezza del paese ove si guerreggia, contando 20 palmi per ogni barca. Esse compagnie tra'sotto-uffiziali e gli artefici sogliono essere di una sessantina di uomini, a' quali nell' atto del lavoro si aggiungono de' travagliatori soprannumerarj, onde avere i 24 uomini in ogni officina, come si è detto al §. 83.°. Oltre a questi si destina un barcajuolo per ogni barca dell'indicato equipaggio, e con tutti siffatti mezzi un ponte di 60 barche si deve valutare potersi compiere nel tempo medio di ore ventiquattro.

Travagliatori.

87.° Per avere un equipaggio di ponte meno pesante, e che imbarazzi meno i movimenti delle armate si costruiscono, anche negli Arsenali di artiglieria, barche di rame, dette pontoni, che si trasportano su i carri non altrimenti che le barche di legno. Di essi si può far uso negli alvei di una larghezza non maggiore di una sessantina di canne, dove l' altezza dell' acqua è

Ponte di pontoni.

sempre maggiore di 4 palmi, e dove n' è tenue la corrente. Ciascuno di essi può reggere al transito di carri del peso di cantaja 27, non compreso quello de' cavalli. Il metodo di costruzione non è diverso da quello indicato per i ponti di barche, ad eccezione che assai spesso invece di formare le travate composte di due o tre pontoni al basso di ogni scalo (§. 83.°) con due uomini messi in ciascuno di essi si fan rimontare successivamente la corrente fino al cosciale d' ingresso, ed ivi con i correnti della lunghezza di palmi 20 si formano le travate non altrimenti che sulle barche, mettendo ordinariamente i pontoni a distanze tra loro tanto pieni che voti. Se occorrono pontoni di sponde, o portiere, come ne' ponti di barche, essi si dispongono non altrimenti che si è detto ne' paragrafi 82° e 83°, le distanze però si diminuiscono fino a circa palmi 5, facendo uso per le travate di mezzi correnti di proporzionata lunghezza.

I cordaggi dovendo resistere ad uno sforzo minore possono essere fino ad $\frac{1}{4}$ meno grossi in circonferenza di quelli, che bisognano per lo stesso uso ne' ponti di barche.

Ponte di navigli.

88.° Se invece di barche costruite negli Arsenali, che sono tutte delle stesse dimensioni, e che per conseguenza gli orli de' loro fianchi sono ugualmente elevati sulla superficie dell' acqua, si dovesse far uso di navigli, che navigano le acque del paese, in questo caso per elevare tutta la travatura del ponte ad un medesimo livello si situa un cavalletto in ciascuna barca in una direzione parallela a' suoi fianchi, e col centro di gravità dell' uno su quello dell'altra, e si costruisce questo cavalletto di quella lunghezza ed altezza, che si giudica che debba avere di larghezza il ponte, e d' elevazione la sua travatura.

89.° Le dimensioni de' cordaggi per siffatti ponti debbono aumentare in proporzione della grandezza de' navigli. La regola più spedita e di sufficiente esattezza è di caricarne uno fino a quel segno che non si corra alcun rischio d' affondarsi, anche quando oscilla pel passaggio de' carri, e degli animali. Conosciuto il numero delle cantaja del peso di siffatto carico, si determini il quarto proporzionale in ordine a 48 cantaja; che d' ordinario può sostenere una delle barche degli equipaggi da ponte, che

si costruiscono negli Arsenali di artiglieria, al peso che può sostenere il naviglio, ed al quadrato, o al cubo della circonferenza assegnata a' cordaggi per i ponti delle indicate barche, e la radice quadrata, e la radice cuba di detto quarto proporzionale sono i limiti tra i quali si deve scegliere la lunghezza, che deve avere la circonferenza del cordaggio, secondo le diverse circostanze.

90. Se la copertura de' ponti su i navigli è assai larga, cioè al di là di 4 canne, è utile oltre alle due spalliere laterali, per sicurezza de' passeggieri, situarne una nel mezzo lungo la direttrice, e dividere il ponte, per assegnarne una metà per andare, e l' altra metà per ritornare, o per far passare tutta la fanteria da una banda, e la cavalleria ed i carri dall' altra, se per le circostanze di guerra convenga di passare il ponte nel minor tempo possibile.

Ponte di Zattere.

91° In mancanza di barche, non poche volte si è fatto uso di Zattere per la costruzione di un ponte galleggiante. Ecco ciò che si è praticato da' Francesi sul Reno nel 1796, per comunicare da Strasbourg a Kehl. Si formarono delle Zattere ciascuna di

cinque tronchi d' abete, squadrati nella parte superiore, e ne' fianchi per l'esatta di loro unione, e ciascuno di 52 palmi di lunghezza, e della sezione quadrata di un palmo e mezzo di lato. Essi si unirono con quattro traverse intermedie di legno, introdotte a forza di mazze, e fissate negli estremi con chiodi di legno.

Ciascuna Zattera dalla parte della prora era configurata con una punta a forma di triangolo equilatero, ed al disotto alquanto sgusciato verso della punta stessa, per la più facile sfuggita delle acque.

Nella parte media del primo ed ultimo tronco di ciascuna Zattera, nel senso della di loro lunghezza, vi era superiormente stabilita con chiodi di legno una trave squadrata di 30 palmi di lunghezza, e della sezione in quadro di once 7 in 8. Su di esse, come sugli orli di altrettante barche, messe anche a distanza doppia della di loro larghezza, si situarono sette correnti per le travate, non altrimenti che ne' ponti di barche, e nel modo stesso si coprirono con i consueti tavoloni di copertura.

Nel secondo e quarto tronco di ogni Zattera, nel triangolo di punta v' erano fissati

due anelli di ferro per i cavi d' ancora di sopra corrente, e nel terzo, ed a poppa di ciascuna Zattera vi era altro simile anello di ferro per l' altr' ancora di sotto corrente. A traverso del fiume, al di sopra delle Zattere, ed in avanti degli anelli di prora, ed in dietro di quelli di poppa vi erano, non altrimenti che ne'ponti di barche, i cavi di ritenuta, a cui ciascuna Zattera era affidata con particolari corde di piccola circonferenza, il tutto come dalla (*Fig. XX.*).

92.° Questo ponte non solo si sperimentò di una facile costruzione, ma offriva poco bersaglio all' artiglieria nemica, e qualche palla che colpiva una delle Zattere non cagionava danno sensibile. Tutta l' armata, ed il carriaggio potè transitarlo con comodo, e se fosse stato necessario far passare pesi straordinarj, si poteva ottenere ravvicinando le Zattere.

93.° Per conoscere il peso massimo che può attraversare un siffatto ponte, dopo di aver compito una Zattera con le due travi negli orli, i sette correnti della travatura, ed i tavoloni della covertura, si carica successivamente con de' pesi conosciuti fino a che la superficie superiore de' cinque tronchi

di sotto sia a livello della superficie della corrente. Con questo sperimento l'è ben chiaro, che per effetto delle travature, che uniscono più Zattere, il peso che transita le affonda meno di quello che ha indicato l'esperimento. V'è chi crede che per maggiore stabilità del ponte è bene di unire tutti i tronchi di ciascuna Zattera con la sezione maggiore verso la prora, in questo modo l'urto contro della Zattera risulta minore, non altrimenti che ne' bastimenti.

94.° Il commercio, qualunque sia la ragione, per la quale lungo le strade di sua dipendenza non abbia costruito ponte stabile su qualche corso d'acqua, che vi s'incontra, per transitarlo vi stabilisce una Zattera, una barca di passaggio, una scafa, o un ponte volante. Sembra superfluo d'occuparsi de' tre primi mezzi, e si passerà a dettagliare il quarto che tra noi, ed in moltissime altre regioni non è in uso.

Ponte volante.

95.° Esso si stabilisce ove il corso d'acqua sarebbe mal sicuro d'attraversarlo con un grosso cavo, a cui affidare la corda di ritenuta d'una scafa: in questo caso si forma una travata, come quella ne' ponti galleggianti, sopra una coppia di barche più o

meno grandi, secondo che sono maggiori i pesi da transitare, e che il corso d'acqua è largo abbastanza per sopportarne la manovra. È raro che non possano reggere al peso di 100 cantaja.

Quindi si sceglie il sito dell' alveo, ov'è costante la direzione del filone, ed equabile il corso delle acque, e si presceglie, tanto che si può, quel tratto abbastanza lungo, in cui l' alveo è in linea retta. Nel mezzo di esso si affonda un' ancora del peso di due cantaja in circa, e con una catena di ferro si unisce ad un galleggiante, in mezzo a cui è bene che vi sia un anello di ferro, ove legare una lunga gomona. All' altro estremo di questa si lega il ponte volante, rivolto colle prore delle due barche verso l' ancora di ritenuta, e con un largo timone dalla parte delle due poppe.

96.° Il cavo d' ancora dev' essere così lungo, che il ponte volante passando da una sponda all' altra descriva un arco di cerchio non maggiore di 30.°, e che abbia per centro il sito dell' ancora, e per intervallo l' indicato cavo, il quale in conseguenza non dev' esser minore del doppio della larghezza dell' alveo.

97.° Per evitare poi che detto cavo s'infracidi rimanendo lungo tempo in acqua, si sostiene di tratto in tratto con galleggianti, o con piccoli battelli costruiti a bella posta, e situati nel senso della di loro lunghezza, secondo la corrente.

Voltando convenevolmente il timone, si fa avvicinare il ponte volante prima all'una e poi all'altra ripa, e quivi esse si dispongono, onde sia comodo l'imbarco, e il disbarco de' passeggieri, e de' carri, come si osserva dalla (*Fig. XXI*).

98.° I galleggianti, che si vogliono tenere immobili, dovrebbero essere affidati a tre punti stabili; cioè ad ancore affondate in acqua, a colonne o ad anelli d'ormeggio, o ad entrambi questi mezzi, se la superficie dell' acqua fosse sempre allo stesso livello, ma questo variando, il galleggiante non può essere affidato che ad uno, o a due punti stabili. Se il galleggiante è in mare, o in un gran lago, ed è affidato ad un' ancora, esso varierà di posizione a proporzione che varia la direzione della corrente, descrivendo una circonferenza di cerchio d'intorno all' ancora come centro, e con la gomena, che lo tiene unito all' an-

Ancoraggio.

cora stessa come raggio. La sua posizione in detta circonferenza è precisamente, ove l' incontra la direzione della corrente che passa per l' ancora.

99.ª Negli alvei di acque fluviali, sebbene sia costante la direzione della corrente discendente, pure per effetto de' venti contrarii ascendenti il galleggiante non resterebbe mai immobile, ed acciò lo sia, fa d' uopo affidarlo ad altr' ancora di sotto corrente, come la prima lo è al di sopra, e attesar le gomone, onde il galleggiante si trovi nello stesso piano verticale, che passa per le due ancore. Per rendere minimo l'urto contro del galleggiante, detto piano verticale dev' essere esattamente in direzione della corrente, ed in esso debbono esistere le direzioni delle due gomone. Una barca, un pontone, una Zattera ormeggiate con queste avvertenze si debbono considerare come immobili al pari della pila di un ponte, come immobili si debbono anche riputare il primo, e secondo galleggiante, ed il penultimo e l' ultimo di un ponte costruito su di essi, ed ormeggiato a terra di sopra e da sotto corrente con cavi legati agli alberi, o a grossi picchettoni. Tutti gli al-

tri galleggianti intermedj agl' indicati punti stabili, e che sostengono il ponte, mediante le travature, e tutte le altre precauzioni indicate resistono benissimo allo sforzo della corrente, che tende d' asportarle.

100. L' esperienza ha provato, che nei ponti di barche dalla banda di sopra corrente basta un'ancora per ogni due barche, che formano il ponte, ed una per ogni quattro pontoni; e l' esperienza stessa ha fatto conoscere che dalla parte di sotto corrente bastava per le barche un numero d' ancore metà di quello delle ancore di sopra corrente, e per i pontoni i due terzi, le quali debbono essere legate alle stesse barche, a cui sono legate le prime, e che sì le une che le altre debbono esser gettate a distanza dal ponte, decupla dell'altezza dell' acqua.

Peso delle ancore.

101.° Ogni ancora colla resistenza del fondo su cui poggia, non deve pesare meno della pressione, valutata in peso, che soffre la prora della parte immersa del galleggiante. Pe' ponti di pontoni ciascun' ancora grande armata di tutto punto deve pesare circa rotola 70. Per le barche da ponte l' ancora grande deve pesare 80 roto-

la , e le piccole e per i pontoni e per barche , per situarsi sotto corrente del ponte , pesar debbono rotola 60. Del resto quanto si è detto deve servire di norma , e non di regola costante , la quale anzi varia , secondo le diverse circostanze , e soprattutto della forza della corrente (1).

102.° Avviene non di raro che si manca di ancore , in questi casi si fanno dei gabbioni e della forma di cono troncato con le sezioni circolari non molto disuguali, come dalla *Fig.* XXII , e della forma cipollare. La *Fig. XXIII* dinota in pianta lo spaccato del cerchio massimo , ch' è nel mezzo o del gabbione cipollare; la *Fig. XXIV* indica lo spaccato fatto da un piano che passi per l' asse minore supposto verticale ; e

---

(1) Ne' fiumi di Fiandra , e di Germanía si può far uso di ancore meno pesanti. Nell' Aide-memoire le grandi pel ponte di barche pesano 70 rotola, e 65 quelle per i pontoni , le piccole poi per le barche pesano rotola 50 ; ma in Italia , che i fiumi , e più di tutto gl' influenti sono molto rapidi , perchè provenienti da montagne poco discoste dal mare , ancore di questa leggierezza sarebbero mal sicure.

la *Fig. XXV* fa vedere lo spaccato medesimo con l'asse minore obbliquo, come realmente si situa il gabbione sul fondo del fiume.

Il tessuto della superficie del gabbione, che deve chiuderlo da per tutto, si fa di rami d'alberi i più pesanti, e s'empie bene con pietre della maggiore gravità specifica, ch' offra il locale. Nel mezzo del gabbione si situano due travi di legno pesante messi in croce, come a due diametri, l'uno perpendicolare all'altro, e pel centro di essi si fa passare una grossa pertica, a cui legare il capo d'ancora. Utilissima cosa è poi, per evitare che detto cavo d'ancora resti sempre tuffato nell'acqua, che due pertiche per i di loro estremi s'uniscano con una catena di ferro di cinque in sei maglie, delle quali la prima, e l'ultima debbono essere a perno, per introdursi nelle punte vicine di due pertiche contigue, e vi si ritengono con assiculi di ferro, come l'indica la *Fig. XXVI.*

All'estremo dell'ultima pertica uscita due in tre palmi fuori acqua, vi si lega il cavo d'ancora, e con galleggianti si procura, per quanto è possibile, che non batta sulla superficie della corrente.

Il peso de' gabbioni nell' acqua, che bene spesso è anche meno della metà di quello fuori acqua, deve sorpassare la pressione valutata in peso, che la corrente esercita contro del pontone, o della barca, quando l'immersione del peso de' carri è giunta non più di 8 once sotto dell' orlo de' fianchi.

Urto contro de' galleggianti.

103.° Se non si ha alcuna utile occupazione, e si voglia impiegare il tempo a determinare geometricamente il valore in peso dell' indicato urto, si determini l' estensione in palmi quadrati della massima sezione del galleggiante, perpendicolare alla sezione della corrente, e si moltiplichi per la doppia differenza d' altezza, in parti di palmo, che nello strumento del signor Pitot segna la superficie superiore dell' acqua montata nel tubo ricurvo, su quella dell' acqua montata nel tubo dritto, ed il prodotto che dinoterà palmi cubi si moltiplichi pel peso del palmo cubo di quella stessa acqua, e che suole essere rotola 20 $\frac{1}{5}$, e si avrà un numero di rotola equivalente all' urto, che la stessa acqua esercita contro dell' indicata superficie.

Avvertenza per le ancore.

104.° Le ancore, o sono d' un fuso di ferro a tre marre, come le hanno le piccole

barche da mare, o lo sono d'un fuso a due marre, e d'un grosso ceppo di legno pesante, cerchiato di ferro, lungo non meno del fuso, e situato sotto dell'anello d'ammarraggio, detto Cicala, in direzione perpendicolare al piano, che passa pel fuso e le due marre. Nell'affondarle si deve fare attenzione che il ceppo rimanga tra il galleggiante e le marre, che il piano che passa pel fuso e le marre sia verticale, ed in direzione della lunghezza del galleggiante, e quindi che una delle marre con la zeppa tocchi il fondo, onde lo penetri col peso di tutta l'ancora, mentre l'altra marra rimane elevata. Se invece di questa posizione, l'ancora poggiasse con le marre sul fondo e il ceppo all'impiedi, essa non resisterebbe che col solo peso, mentre secondo l'altra posizione l'ancora oltre del proprio peso resiste per l'inzeppamento della marra sul fondo.

105° Per evitare che le ancore restino sepolte sotto del materiale, che nel fondo degli alvei trasportano le correnti, esse si debbono salpare di tempo in tempo, e gettarsi dalla banda di sopra corrente al piccolo cumolo delle materie arrestate. Quest' av-

vertenza se si trascurasse, allorchè per mancanza di ancore si fa uso di gabbioni, ne potrebbe risultare un rimarchevole danno per l'alzamento del fondo dell'alveo, e quindi della superficie superiore della corrente, che nelle piene potrebbe estraripare, ed inondare le vicine campagne. Gl'isolotti, che non di raro si vedono nel corso de'fiumi, sono assai spesso prodotti da alberi, o da altri materiali arrestati, ed intorno de'quali le acque successivamente depositano i materiali che trasportano.

Barchette di servizio.

106.° Per gettare le ancore, salparle, e per le prime operazioni dello stabilimento di un ponte galleggiante bisognano delle barchette di servizio. Nelle armate per un equipaggio di 56 pontoni, ordinariamente se ne trasportano quattro, e sei per un equipaggio di 60 barche. Di queste non se ne manca mai, allorchè si fa uso di navigli, come neppure allorquando sulla corrente, a traverso della quale si vuole stabilire il ponte galleggiante, vi sono barche da molino.

Avvertenze generali.

107.° Per dare a' ponti galleggianti una resistenza maggiore da opporre alla corrente si configurano con un gomito verso di essa, e dov' essa è più rimarchevole, il che

si ottiene, rimurchiando successivamente i galleggianti di mezzo sulle rispettive ancore, operazione che spesso si deve ripetere, giacchè la corrente tende di continuo a raddrizzare il ponte, e quindi a renderlo concavo verso di essa.

I ponti di tal natura han bisogno d'una custodia continua, e frequenti riparazioni, ed è la ragione per la quale non se ne fa uso lungo le strade commerciali, eccetto il caso che non si possa fare altrimenti.

Sotto corrente ad essi vi si deve stabilire un ponte volante, o grosse barche di passaggio, onde non resti interrotta la comunicazione se il ponte principale soffrisse avarie: precauzione della più alta importanza, se si guerreggia nelle circonvicine contrade. Sopra corrente poi vi dev' essere sempre qualche barca di guardia, per evitare che galleggianti trasportati dalla corrente vengano ad urtare il ponte, e si aumenta la vigilanza se si ha da fare con un nemico intraprendente.

108.° Nel passare qualunque ponte costruito sopra galleggianti, debbono accuratamente evitarsi le oscillazioni, e la lunga dimora de' pesi considerevoli sul ponte, a quest' oggetto i cavalieri, ed i vetturini

debbono mettere piede a terra, i bovi vi debbono passare in piccolissimo numero per volta, perchè altrimenti spaventati di sentirsi vacillare il pavimento, s' affrettano, s' affollano, ed il ponte sicuramente s' affonda, e finalmente mentre passano corpi di cavalleria, o carri dev' esser proibito che simultaneamente altri corpi o carri passino in senso opposto.

109.° Tra i ponti di barche rimarchevoli v' è quello sul Danubio in Ungheria, tra Buda, e Pest lungo un miglio, e quello sulla Senna in Francia, a Rovan. Il ponte di battelli sul Garigliano lungo la strada da Roma a Napoli è rimarchevole solo perchè non ancora v' esiste un ponte stabile.

Ponti di cordaggi.

110.° Gli Americani han dato la prima indicazione agli Europei del modo di attraversare le vallate strette, e profonde, con una corda tessuta di fili d' agava, da noi detta comunemente *Sempre-viva*. È da citarsi tra gli altri quello che attraversa l' Apuriman nel Perù, di circa mille palmi di lunghezza.

Esso è d' una semplice corda bene attesata, ed affidata sopra le due ripe a punti stabili. V' è una grande cesta parallelepipe-

da sostenuta da essa, e che passa per le luci di due manichi situati nel mezzo delle piccole facce della Cesta. Con due altre piccole corde legate alle stesse facce d'un più piccolo diametro della prima, e lunghe da attraversare tutto il vallone, si tira successivamente la cesta, carica di mercanzie, uomini, ed animali da una ripa all'altra, non altrimenti che si pratica tra noi a traverso delle pubbliche strade, per far passare da una finestra in un'altra, che le sia incontro, un paniere con oggetti di piccolo peso.

111.° Sulle montagne del Tibet s'attraversa una vallata stretta e profonda nel modo medesimo, adoperando una catena di maglia di ferro, invece della grossa corda d'agava.

112.° Per quanto si sappia, non tenendo conto di opinioni vaghe, e d'assertive gratuite, la prima imitazione che se n'è fatta in Europa è stata nel 1779 al Forte di Berthaume, costruito sopra d'uno scoglio a distanza di 24 tese da una costa a picco, nella rada esteriore di Brest. Esso da prima era configurato come quello di Apuriman, le corde erano di canape, e la cesta a forma di pa-

niere non dava il transito che ad un uomo per volta. Fu esso riparato nel 1783, e dovendo esserlo nuovamente nel 1791, vi si sostituì quello che ora v' esiste, come l' indicano le (*Fig. XXVII*), a somiglianza di altro ponte di corde costruito moltissimo tempo prima nel Messico.

113.° Il detto ponte al Forte Berthaume è formato da quattro cavi di canape, che nel 1791 avevano la circonferenza di diciassette once, e che poi successivamente allungandosi sono divenuti più sottili, e della circonferenza di once 14 $\frac{4}{7}$, cioè minore di $\frac{1}{7}$.

Dalla banda di terra ferma, a distanza di 26 palmi dall' orlo del precipizio, vi sono piantati verticalmente a terra quattro cannoni di ferro, con la bocca al di sotto, come colonne d' ormeggio per i bastimenti ne' porti di mare. A ciascuno di essi è affidata una catena di grosse maglie di ferro, d' una totale lunghezza alquanto maggiore de' ventisei palmi dinotati di sopra. Dalla banda del Forte v' è la stessa disposizione di cose, ma i cannoni sono situati a distanza di palmi 18 $\frac{1}{4}$ dall' orlo del precipizio.

Dalla banda di terraferma li quattro cavi sono legati agli estremi delle rispettive catene, in maniera ch' essi non toccano mai lo scoglio, onde evitare che si taglino per l' oscillazione del ponte.

Dalla banda del Forte tra ciascuna catena ed il corrispondente cavo v' è un parango di due bigotti, a tre occhi ciascuno, uniti con una corda, che passando per tutti essi termina ad un argano, ad oggetto, che a proporzione che li cavi per lo sforzo, che soffrono successivamente s' allungano, si possano attesare ravvicinando con l' argano i bigotti de' corrispondenti paranghi. La circonferenza della corda di detti paranghi, che passa per gli occhi dei bigotti, nel 1791 era poco meno di once sette, cioè la radice quadrata della settima parte del quadrato della circonferenza del cavo di once diciassette, giacchè sette tratti di essa corda deve fare equilibrio con la resistenza del rispettivo cavo.

114.° Su i detti quattro cavi sono legate delle tavolette lunghe sette palmi, e larghe un palmo scarso, con quattro fori ne' siti, ove al di sotto poggiano su i cavi

per legarveli con cordini , e nel mezzo di ciascuna tavoletta ve n' è inchiodata altra , larga appena un pajo d' once , onde i passeggieri, poggiandovi l' arco de' piedi, soffrano meno dall' oscillazione del ponte.

Per ogni sette palmi sotto delle gomone v' è una traversa di ferro , lunga palmi sette, ed a' due estremi s' elevano verticalmente due bastoni di ferro lunghi palmi cinque , e con sei occhi nel mezzo, per farvi passare altrettante corde di piccolo diametro , onde formare le spalliere ne' due lati del ponte a distanza tra loro di once sessantotto , ch' è la vera larghezza del ponte. Di tanto in tanto i detti bastoni sono assicurati alle tavole della copertura con piccole fasce di ferro.

115.° Finalmente tanto verso terraferma, che verso del Forte , a ciascun terzo de' due lati del ponte v' è una corda , come ad un vento di ritenuta , per diminuirne con tutti e quattro l' oscillazione. Malgrado questo possono passare appena due uomini di fronte , ma due altri non possono seguirli che a distanza di molti palmi. Se l' Autore de l' Aide—memoire l' avesse

veduto e passato, avrebbe dato meno slancio alla sua fantasìa, e diminuito di molte pagine i due volumi della di lui, per altro, utilissima opera.

INDICE DELLE MATERIE.

PARTE I.

PARTE II.

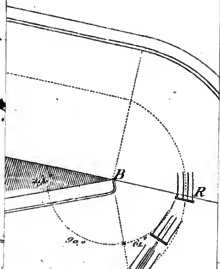
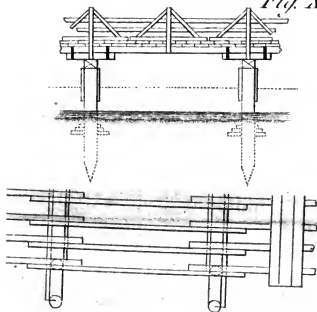
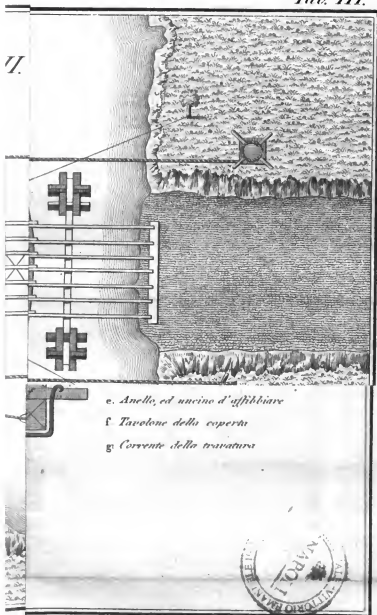
PARTE III.

ERRORI	CORREZIONI
Pag. 7. vers. 25. questa ipotesi	entrambe queste ipotesi
« 8. « 12. nell' ipotesi precedente	nelle ipotesi precedenti
« 13. « 27. e che dicesi	e quelle dette
« 14. « 1. abbia	abbiano
« 29. « 14. del completo	del consueto
« 46. « 16. supera la	sia uguale allà

Tav. I.

Tav.ᵃ II.

Tav.ª III.

II.

e. Anello, ed uncino d'affibbiare

f. Tavolone della coperta

g. Corrente della travatura

Tav.ª IV.

Tav.ª V.